

ВОЛОЩУК І.С.

**ТЕХНОЛОГІЇ  
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТНІХ ПРОБЛЕМ**

**Посібник**

У посібнику розглядаються аспекти планування і виконання досліджень освітніх проблем та інтерпретації їх результатів. Розрахований на аспірантів. Посібник може знадобитися у процесі виконання наукових досліджень докторантами, здобувачами і науковими працівниками.

## ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	
ТЕРМІНИ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	
ГЛАВА 1. ПЕДАГОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ЗАГАЛЬНІ ОЗНАКИ, СПЕЦИФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ФІЛОСОФСЬКІ ОСНОВИ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ, МЕТОДИ І ОБ'ЄКТИ ВИВЧЕННЯ	
§ 1. Наука як форма суспільної свідомості	
§ 2. Сутність педагогічного дослідження	
§ 3. Філософський базис педагогічних досліджень	
§ 4. Методологічні засади пізнання освітнього середовища	
§ 5. Методи дослідження освітніх проблем	
§ 6. Об'єкти вивчення і спостереження	
ГЛАВА 2. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ	
§ 7. Елементи теорії ймовірностей	
§ 8. Елементи математичної статистики	
ГЛАВА 3. ОБСТЕЖЕННЯ І ОБСТЕЖУВАЛЬНІ ШКАЛИ	
§ 9. Характеристики об'єктів вивчення та їх обстеження	

§ 10. Засоби обстеження	
§ 11. Обстежувальні шкали	
§ 12. Достовірність результатів обстеження	
ГЛАВА 4. МЕТОДИ ЗБОРУ, ОПРАЦЮВАННЯ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЕМПІРИЧНИХ ДАНИХ	
§ 13. Опрацювання документальних джерел	
§ 14. Спостереження	
§ 15. Опитування	
§ 16. Плани інтерв'ю і анкети	
§ 17. Тестування	
§ 18. Описова статистика	
§ 19. Вивідна статистика	
§ 20. Інтерпретація результатів дослідження	
ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ	
§ 21. Теоретичні дослідження	
§ 22. З'ясування властивостей об'єктів вивчення	
§ 23. Виявлення кореляційного зв'язку між характеристиками	
§ 24. Детермінантне вивчення освітніх явищ і процесів	
ГЛАВА 6. МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
§ 25. Раціональні експериментальні плани	
§ 26. Оптимальні експериментальні плани	
§ 27. Використання персональних комп'ютерів у педагогічних дослідженнях	
ГЛАВА 7. ПЛАНУВАННЯ І ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ, УЗАГАЛЬНЕННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ	
§ 28. Планування дослідження	
§ 29. Виконання дослідження і узагальнення його результатів	
§ 30. Оформлення результатів дослідження	
ДОДАТКИ	
СТРУКТУРА	
ПІСЛЯМОВА	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

## **ПЕРЕДМОВА**

Працюючи над рукописом, автор виходив з того, що у педагогічному мистецтві можна виокремити наукову складову.

Не володіючи високого рівня формалізованим математичним апаратом, педагогіка належить у першу чергу до емпіричних наук.

Будь-яка емпірична наука заснована на досліді і не може обійтися без математики.

Все, що можна дізнатися про сутність речей, міститься у числі; без нього не можна зрозуміти й усвідомити зовнішній і внутрішній світ людини.

Благоговіння перед дослідом – велика моральна сила; виховання його – одне із завдань, які переслідувались під час роботи над рукописом.

Загалом наукове дослідження приємне тим, що дарує досліднику хвилини натхнення, солодкість яких виправдовує роки праці і тривоги.

Освітні проблеми охоплюють широке коло завдань, розв'язання яких сприяє підвищенню рівня знань та умінь учнів, їх вихованості і психічного розвитку. Найбільшу частку серед освітніх проблем складають суто педагогічні проблеми, які пов'язані загалом з організацією навчально-виховного процесу. Звісно, що саме цим проблемам у посібнику приділено найбільше уваги. Проте на досягненні зазначених вище освітніх цілей позначаються також фактори психологічного, соціального, економічного тощо характеру. Обійти їх увагою у підготовці дослідників освітніх проблем щонайменше не логічно. Безперечно, що у процесі дослідження освітніх проблем можуть з'являтися фрагменти дослідницької чи пошукової діяльності, притаманні різним науковим галузям математичної, природничої, технічної, соціальної чи гуманітарної сфер. До такої ситуації, на думку автора, дослідник теж має бути готовий. Водночас автор свідомий того, що у межах навчального посібника охопити неосяжне не можливо. Як наслідок, відібрано те, що інтуїтивно вважається вартим уваги.

## **ТЕРМІНИ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

### **Терміни**

У тексті посібника використано підхід, згідно з яким у процесі виконання емпіричної частини дослідження вимірюють кількісні значення величин, фіксують якісні протяжності властивостей, ідентифікують умовні позначення ознак об'єктів вивчення, використовуючи відповідний інструментарій.

Інструментарій – засоби обстеження та специфічні умови їх ефективного використання.

Засоби обстеження – прилади, пристрої та інструменти для вимірювання кількісних значень величин, фіксації якісних протяжностей властивостей та ідентифікації умовних позначень якісних ознак об'єктів вивчення.

Вимірювальний прилад – засіб для вимірювання кількісного значення досліджуваної величини.

Пристрій фіксації – засіб для фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості.

Інструмент ідентифікації – засіб для ідентифікації умовного позначення досліджуваної ознаки.

Обстеження – ідентифікація ознаки, фіксація властивості чи вимірювання величини.

Об'єкт вивчення – залучений до дослідження матеріальний носій досліджуваних величин, властивостей чи ознак.

Об'єкт спостереження – об'єкт вивчення чи їх сукупність.

Об'єкт обстеження – конструкт (величина, властивість чи ознака), що обстежується у даному дослідженні.

Одиниця аналізу – кількісне значення, якісна протяжність чи умовне позначення конструкта обстеження, якими оперують у процесі дослідження.

Об'єкт дослідження – предмет, подія, явище чи процес, що вивчаються у даному дослідженні.

Предмет дослідження – окремі структурні складові чи характеристики об'єкта дослідження, що з'ясовуються у даному дослідженні.

### **Умовні позначення**

$A$  – подія

$m$  – кількість випадків настання події  $A$

$n$  – кількість спостережень

$p$  – ймовірність настання події  $A$

$m/n$  – частота настання події  $A$

$n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n$

$\pi = 3,14$

$e = 2,71$

$X$  – досліджувана величина, властивість чи ознака

$x_i$  –  $i$ -те значення досліджуваної величини, властивості чи ознаки

## **ГЛАВА 1. ПЕДАГОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ЗАГАЛЬНІ ОЗНАКИ, СПЕЦИФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ФІЛОСОФСЬКІ ОСНОВИ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ, МЕТОДИ І ОБ'ЄКТИ ВИВЧЕННЯ**

### **§ 1. Наука як форма суспільної свідомості**

**Сутність науки та умови її функціонування як соціального інституту.**

Десятки тисяч років тому людина збагнула, що для того, щоб вижити, їй потрібно пристосуватись до навколишнього середовища і змінювати його відповідно до власних потреб. Щоб бути у змозі це робити, його насамперед потрібно пізнати: розрізняти структурні елементи, розуміти причини змін, що відбуваються з ними, і прогнозувати відповідні наслідки. Тобто з моменту появи людина постала перед необхідністю вивчення оточуючого світу, результатом якого є відображення у її свідомості його предметів і явищ. Впродовж тисячоліть було відкрито і опановано декілька форм усвідомлення того, що відбувається в оточуючому світі. Однією з форм суспільного усвідомлення предметів і явищ оточуючої дійсності є наука. Іншими формами суспільної свідомості є ідеологія, філософія, релігія, право, мораль, мистецтво.

Терміном *наука* позначають діяльність, змістом якої є добування і збереження об'єктивних знань про навколишній і внутрішній світ людини в результаті формулювання і розв'язання проблем теоретичного й практичного його освоєння. Зазначеним терміном передають також результат наукової діяльності – сукупність наукових знань про предмети і явища зовнішнього і внутрішнього світу людини. Водночас змістом і результатом наукової діяльності є вироблення принципів і методів пізнання об'єктивної реальності.

Як соціальний інститут наука включає сукупність знань, наукові установи і навчальні заклади з їх устаткуванням, кадровим потенціалом, системою підготовки й атестації наукових працівників, органи управління науковою діяльністю, мережу установ, в яких акумулюється наукова інформація, тощо.

Наукова діяльність, пов'язана з встановленням й усвідомленням істинних знань про предмети і явища зовнішнього і внутрішнього світу людини, сприяє виробленню правильного світорозуміння, виступає одним з найважливіших факторів технічного й соціально-культурного прогресу. Водночас мають місце випадки, коли вчені потрапляють у пастку помилкових уявлень, неупереджено видаючи хибне за істинне. До того ж, істина відносна. Те, що сьогодні видається істинним, завтра може сприйматися хибним. Разом з тим, наука завдяки встановленню достовірних фактів і логічному виведенню на їх основі наслідків радикально протистоїть містицизму, марновірству і спекулятивним домислам. Наукові знання принципово відрізняються від сліпої віри і беззаперечного визнання істинними положень без їх належного логічного обґрунтування та практичної перевірки.

Наука є складовою частиною матеріальної і духовної культури суспільства. Вона функціонує в певних суспільних умовах, взаємодіє з іншими формами суспільної свідомості і сферами людської діяльності. Зазначені зв'язки, що простежуються на галузевому, міжгалузевому, державному та міждержавному рівнях, істотно впливають на неї. Такий вплив стосується пріоритетів наукової діяльності, інтерпретації отриманих



результатів, матеріальної бази науково-дослідної роботи тощо. Із свого боку, стан розвитку науки позначається на культурі матеріального і духовного виробництва.

Закономірності функціонування науки як форми суспільної свідомості і сфери людської діяльності, тенденції розвитку науки, організаційно-управлінські і соціально-економічні умови підвищення ефективності наукової діяльності, аспекти механізації й автоматизації науково-дослідної роботи, її інформаційного забезпечення тощо узагальнюються наукознавством.

**Розвиток науки.** Наука як сукупність знань і способів їх добування розвивається з часом. Але розвиток науки – це не тільки кількісний приріст знань і підвищення їх достовірності, а й їх перехід у нову якість (систему знань, теорію тощо), чим спричиняються перевороти, революції в науці. Розвитку науки притаманна послідовна зміна екстенсивних та інтенсивних періодів. Кожний цикл розвитку науки увінчується зміною структури знань, принципів і методів пізнання, а також форм організації наукової діяльності.

Темп приросту знань визначається активністю наукових кадрів та їх інтелектуальним потенціалом. Підвищення достовірності здобутих знань досягається завдяки застосуванню адекватних до специфіки наукової задачі методології і методів дослідження, їх точності. На розвитку науки позначається матеріально-технічне забезпечення науково-дослідних робіт. Стимулюючим фактором розвитку науки виступають потреби матеріального і духовного виробництва. Як наслідок, наукові дослідження переважно суспільно обумовлюються. Водночас не усі наукові знахідки є відповіддю на запити практики.

Наука не тільки розвивається під впливом суспільних потреб, а й чинить опір, якщо вони загрожують зруйнувати її логіку. Доказом цього є той факт, що передчасні відкриття важко знаходять своє місце у системі наукових знань.

Розвиток науки призвів до виокремлення окремих наукових галузей. Беручи до уваги предмети і методи дослідження кожної з них, прийнято умовно виділяти природничі, технічні, суспільні й гуманітарні науки.

Траєкторія розвитку наукової галузі визначається загальною логікою поступу науки, випадковими факторами, що слугують точками відліку її зародження і становлення, а також наявними зв'язками між об'єктами обстеження. Розв'язання проблем, породжених внутрішніми потребами, свідчить про відносну автономію наукових галузей, їх здатність розвиватися без стимулюючої дії чинників загального характеру.

Диференційні процеси в науці характеризуються як позитивними, так і негативними ознаками. Звуження предмета дослідження (відповідно до специфіки наукової галузі) дозволяє з більшою достовірністю встановити меншу кількість характеристик об'єктів дослідження. Відокремлене вивчення характеристик об'єктів дослідження часто супроводжується втратою знань про ефекти взаємодії різних факторів у їх сумарному впливі на предмети і явища оточуючої дійсності. У випадку необхідності різностороннього вивчення об'єктивної реальності, де це можливо, намагаються виконати комплексні дослідження з позицій двох чи більшої кількості суміжних наукових дисциплін. Прикладом такого підходу є дослідження проблеми охорони природи, що знаходиться в пограничній зоні таких наук, як біологія, фізика, хімія, математика та ін. Практика свідчить, що розв'язання проблем, які знаходяться у пограничній області двох чи більшої кількості відносно автономних наукових галузей, найчастіше призводить до якісних стрибків у розвитку науки, наукових переворотів, революцій тощо.

**Форми і характерні ознаки наукового знання.** В основі наукового знання знаходяться наукові факти. Науковими є факти, які встановлено із застосуванням наукового методу пізнання. Систематизовані й узагальнені наукові факти слугують основою наукового знання, оскільки виступають у якості необхідної умови, скажімо, з'ясування сутності явища, його пояснення,

встановлення зв'язку з іншими явищами та прогнозування перебігу за різних умов.

Систематизують і узагальнюють наукові факти у формі понять. Найбільш широкі поняття називають категоріями. Категорія – це загальне поняття, що відображає найбільш суттєві характеристики предметів чи явищ об'єктивного світу (матерія, простір, час, рух, зміст, форма тощо). Поняття слугують конструктивним елементом у побудові суджень, що загалом надає людському мисленню дискурсивної ознаки.

Результатом систематизації та узагальнення наукових фактів можуть бути принципи чи аксіоми. Під принципом розуміють вихідне положення, на основі якого логічно виводяться інші твердження. Аксіома являє собою вихідне положення теорії, що лежить в основі доведення інших положень цієї теорії, у межах якої воно приймається без доведення.

Найбільш суттєві й стійкі зв'язки між об'єктами чи явищами природи і суспільства відображають наукові закономірності і закони. У формі закономірності фіксується зв'язок між якісними протяжностями властивостей об'єктів спостереження. Законами передають співвідношеннями між кількісними значеннями величин, що характеризують об'єкти спостереження. Слід пам'ятати, що накопичення наукових знань у формі закономірностей і законів неодмінно пов'язане з втратою інформації про специфіку протікання явищ і процесів, обумовлену умовами, відмінними від тих, в яких зазначені зв'язки було встановлено.

Закономірності і закони складають серцевину теорії, в якій вони узагальнюються у формі положень чи наукової моделі. Загалом теорію можна розглядати як сітку пов'язаних законів чи закономірностей та сформульованих на їх основі висновків. Теорія є основною структурною одиницею наукового знання, найвищою формою узагальнення і систематизації наукових фактів. Теорія пояснює факти, на основі яких будується, передбачає наявність нових фактів (спрямовуючи науковий пошук), орієнтує практичне освоєння дійсності. Під

теорією розуміють сукупність положень, які пояснюють певне коло явищ і процесів, описують їх протікання в умовах дії різних факторів і роблять можливим вироблення рекомендацій щодо їх застосування у практичній діяльності. Теорія є результатом підтвердження гіпотези, що знаходиться в її основі, і зародком формулювання гіпотези, призначеної для свого спростування. Теорія породжує передбачення, які можна емпірично перевірити. У вузькому розумінні теорія – форма вірогідного наукового знання, що дає цілісне уявлення про об'єкт дослідження. У широкому розумінні теорія (сукупність уявлень, ідей, положень, концепцій, вчень) протистоїть практиці як предметно-чуттєвій формі відображення дійсності і водночас перебуває з нею в органічній єдності. Як правило, більшість теорій пов'язана з поясненням, аніж з практичним використанням встановлених зв'язків. Теорії переважно будуються на основі зібраних емпіричних даних. Проте можливі випадки, коли теоретичні положення формулюються дедуктивним шляхом. Теорії нічого не містять, крім доведених логічно чи обґрунтованих емпірично припущень про зв'язки. Терміном *теорія* послуговуються також тоді, коли розкривають зв'язок між подіями. І хоча інколи зазначений термін використовується для того, щоб узагальнити сукупність подій, теорія все-таки покликана пояснити, запропонувати зв'язок для дослідних фактів, запропонувати мову, щоб зробити можливим аналіз. Як бачимо, теорії у суспільно-гуманітарних і природничо-технічних науках суттєво відрізняються.

Науковому знанню, представленому однією з перелічених вище форм, притаманні фактологічний базис, доказовість, об'єктивність, системність, методологічна усвідомленість. Достовірно встановлені факти слугують основою для теоретичних узагальнень, логічна доказовість яких є запорукою їх об'єктивної істинності. Крім того, об'єктивність вимагає нівелювання суб'єктивного фактора і системності розгляду об'єкта дослідження. Пізнаючи об'єкт, дослідник розглядає його в сукупності видових аналогів, які, разом взяті, складають родову сутність з притаманною їй системою видових та родо-

вих зв'язків. Акцентуючи на певних властивостях об'єкта дослідження, дослідник тим самим вивчає його під певним кутом зору, виокремлюючи одні аспекти і нехтуючи іншими, що неминуче веде до деформації зазначеної системи і є ознакою методологічної усвідомленості процесу наукового пізнання. Як наслідок, істина завжди відносна, а наукове знання лише за певних умов є достовірним.

**Наукове пізнання.** Знання про навколишній і внутрішній світ людини здобуваються в процесі творчої діяльності, яку називають науковим пізнанням. З філософської точки зору пізнання є процесом діалектичної взаємодії суб'єкта і об'єкта пізнання. Суб'єктом пізнання може бути окремий індивід, соціальна група, суспільство в цілому. До об'єктів пізнання відносять події, предмети, явища, процеси. Як наслідок, пізнання, з одного боку, носить об'єктивний характер, оскільки в людській свідомості ідеальні образи виникають як відображення реальної дійсності, з іншого боку, воно суб'єктивне, так як в його результаті завжди міститься суб'єктивна домішка. При цьому суб'єктивна домішка у різних формах пізнання присутня у різній мірі. Закони Архімеда, Ньютона тощо були б відкриті й тоді, якщо б ці вчені не з'явилися на світ. Їх відкрили б інші. За відмінності характерів, здібностей тощо учених кінцевий продукт їхньої творчості – наукове знання – в основному відчужене від них, і за математичною формулою практично не можна судити про особистість її автора. А роману „Війна і мир“ не було б, якщо б не народився Л.Толстой. Художник слова, які б сюжети не вибирав, фактично пише про себе.

Пізнання – це взаємодія людського мислення з оточуючим світом, побудована на здатності копіювати об'єктивну дійсність і певним чином інтерпретувати образи відображення. В основі пізнавальної діяльності лежить відображення. Пізнання є вищою формою відображення. На відміну від нижчих форм відображення пізнання здатне виходити за межі наявного стану речей, тобто відображати не тільки сучасне, а й майбутнє, не лише реальне, а й

уявне. Є підстави вважати пізнання процесом нескінченного руху людської думки до повного і всебічного розкриття сутності предметів, явищ і процесів, що вивчаються.

Пізнання відбувається на емпіричному і теоретичному рівнях.

Емпіричне пізнання має місце тоді, коли реалізується безпосередній зв'язок людини з навколишньою дійсністю.

Теоретичне пізнання доповнює емпіричне, забезпечує усвідомлення сутності явищ і процесів, розкриває закономірні зв'язки між ними.

Між емпіричним і теоретичним пізнанням відсутня чітка межа. Аналіз їх взаємодії вказує на притаманність процесу пізнання суперечностей діалектичного характеру. Прагнучи ширше і глибше усвідомити оточуючу дійсність, вчені нагромаджують емпіричні дані, котрі згодом заперечують усталені теоретичні уявлення про характеристики об'єктів вивчення. Усунення таких суперечностей вимагає нових теоретичних узагальнень. Виконані теоретичні дослідження розширюють проблемне поле і спонукають до проведення нових емпіричних досліджень як для підтвердження одержаних результатів, так і для подальшого їх заперечення.

У процесі емпіричного пізнання відображаються характеристики об'єктів, досяжні для живого споглядання. Емпіричне пізнання здійснюється шляхом спостереження за об'єктами дослідження чи експериментування з ними. Його результати (інформація про характеристики досліджуваних явищ) фіксуються органами відчуттів або засобами, що їх замінюють. Загалом емпіричне пізнання пов'язує з формальним узагальненням об'єктів дослідження, що слугує основою для подальшого розвитку наукового знання.

Теоретичне пізнання – це відображення внутрішніх зв'язків і закономірностей становлення, розвитку та функціонування об'єктів шляхом опрацювання даних емпіричного дослідження. У процесі теоретичного пізнання дослідник моделює явища, що вивчаються, аналізує умови, за яких вони протікають, узагальнює емпіричні дані тощо.

Загалом пізнання є теоретичним відображенням практичної дійсності. Як наслідок, теорія нерозривно пов'язана з практикою, котра ставить перед нею назрілі завдання і вимагає їх вирішення. Теорія виростає з практики, узагальнює її та обґрунтовується нею. Практика є критерієм істинності (за результатами задовільної практичної апробації наукових положень) здобутих знань. Практика осмислюється, організовується і спрямовується теорією. До того ж, у процесі практичної діяльності матеріалізуються наявні знання. Водночас на різних етапах розвитку науки зазначений зв'язок теорії і практики проявляється по-різному. Як наслідок, виділяють декілька його типів:

1. Безпосереднє розв'язання окремих задач практики шляхом вироблення і застосування рекомендацій, що нагадують рецепти, без пошуку фундаментальних пояснень механізмів розв'язання практичних проблем.

2. Розв'язання висунутих практикою задач шляхом використання прикладних знань, побудованих на основі фундаментального знання.

3. Втілення в практику ідей, котрі виникли в процесі теоретичної діяльності. Показовими щодо цього можуть бути відкриття в фізиці, біології, математиці, що стали поштовхом для розвитку ядерної енергетики, генної інженерії, космічних досліджень та ін.

4. Поява нових теорій у фундаментальних дисциплінах під впливом назрілих практичних потреб (боротьба з раком і голодом, розв'язання екологічних і економічних проблем).

5. Рецептурне (відрізняється від першого типу можливістю застосування вже наявних теорій) розв'язання проблем, породжених сучасною цивілізацією (наслідки Чорнобильської катастрофи тощо).

Головними дійовими особами у теоретичному пізнанні виступають раціональне та ірраціональне, по чергово домінуючи на різних етапах розвитку людського суспільства. На думку А. Шопенгауера, завдяки інтелекту можна пізнати зовнішні зв'язки між об'єктами, для пізнання внутрішніх зв'язків в об'єктах необхідно послуговуватися інтуїцією. Ф. Ніцше стверджував, що

людство не може обійтись без ілюзій. І з ним можна погодитись, оскільки ілюзія це психологічна втіха. Виявляється, ілюзія необхідна не тільки у повсякденному житті, а й в науковій творчості. Ілюзорна картина емоційно позитивна, психологічно приваблива, що спонукає спочатку прийняти її на віру, а потім у спробах логічно довести спростувати її та знайти істину.

**Наукове дослідження.** Наукове знання, як зазначалось вище, здобувають завдяки науковому пізнанню. Загалом науковому пізнанню властива достатність наявних знань для того, щоб сформулювати задачу, але не розв'язати її. Суперечність між сформульованою задачею і нестачею наукових засобів для її розв'язання складає суть наукової проблеми, яку розв'язують шляхом виконання наукового дослідження. Наукове дослідження – це цілеспрямоване (з використанням наукового методу) вивчення подій, предметів, явищ і процесів (аналіз впливу на них різних факторів, вивчення взаємодії між ними тощо) з метою отримання корисних теоретичних і практичних результатів, завдяки чому розкриваються закономірності їх функціонування і розвитку та вказуються чи передбачаються способи їх використання. Наукове дослідження – це пошук відповіді на запитання дослідження. Воно передбачає організовану, цілеспрямовану спробу розширити чи поглибити знання стосовно гіпотетичного зв'язку між предметами і явищами оточуючого і внутрішнього світу людини. Як бачимо, цим терміном позначають розв'язування цілком нової наукової проблеми. Проте до наукового дослідження вдаються й тоді, коли розв'язок проблеми уже відомий, але з певних причин її необхідно дослідити знову. Наукове дослідження виконують для того, щоб здобути нову інформацію, довести результати попередніх досліджень чи дослідити нові можливості практичного використання наявних наукових результатів.

Мета наукового дослідження – встановити чи підтверджується наявне теоретичне уявлення. Теоретичне уявлення – це засноване на знаннях припущення щодо зв'язку між якісними протяжностями властивостей або числови-



ми значеннями величин, що характеризують предмети і явища зовнішнього і внутрішнього світу людини. Щоб виконати наукове дослідження з метою перевірки висловленого припущення, його потрібно насамперед операціоналізувати, тобто визначити відповідні операційні ознаки, властивості і величини.

З теоретичної точки зору наукові дослідження виконуються з метою опанування об'єктивною реальністю та формування наукового світогляду членів людського суспільства. З практичної точки зору наукові дослідження здійснюються з метою отримання результатів, використання яких призводить до підвищення ефективності протікання досліджуваних процесів, удосконалення досліджуваних об'єктів. Зазначене можливе за умови, якщо наукове дослідження спрямовується на вивчення істотних характеристик предметів, явищ і процесів на основі розроблених у науці принципів і методів дослідження.

Науковому дослідженню піддаються об'єкти природи, суспільство в цілому і людина зокрема. Зазвичай результати наукового дослідження спершу видаються незвичними і незрозумілими, а сформовані уявлення про світ і методи його пізнання часто не збігаються з уявленнями і нормами, що склалися в свідомості індивідів тієї чи іншої історичної епохи. Через це важливо пов'язувати наукові результати з культурою суспільства і домінуючими в ній світоглядними настановами.

Як зазначалось, наукове дослідження спрямовується на знаходження відповіді на поставлене перед дослідником запитання. Пошук наукової відповіді на поставлене запитання вимагає використання наукового методу. Науковий метод пізнання будується на доведенні чи спростуванні гіпотези дослідження шляхом встановлення необхідних наукових фактів та формулювання на їх основі логічних наслідків.

Гіпотеза наукового дослідження – це припущення про наявність зв'язку, його характер або причину. Припущення робиться тоді, коли дослідник не має

у своєму розпорядженні достатніх фактичних матеріалів для того, щоб констатувати наявність, характер чи причину закономірностей, притаманних об'єкту дослідження. Гіпотеза являє собою ймовірну відповідь на зазначені вище запитання. Після дослідної перевірки гіпотеза або стає науковою теорією, або видозмінюється, або відкидається, коли перевірка дає незадовільний результат.

Логічні наслідки виводяться з достовірних фактів дедуктивним або індуктивним шляхом. Дедуктивний метод бере початок з Аристотеля і передбачає рух думки від загального до часткового, використання певних посилок для одержання очевидного висновку:

*Усі учні регулярно відвідують заняття*

*Джон – учень*

*Джон регулярно відвідує заняття*

Ф. Бекон обґрунтував індуктивний метод здобування знань, який передбачає збір часткової інформації для того, щоб сформулювати загальний висновок:

*Джон регулярно відвідує заняття*

*Джон успішно навчається*

*Відвідування занять позначається на успішності*

Аналіз показує, що науковий метод знаменує собою використання можливостей дедуктивного та індуктивного мислення:

*Відвідування занять позначається на успішності (припущення)*

*Учні А і В регулярно відвідують заняття*

*Учні С і D не регулярно відвідують заняття*

*Учні А і В одержують А's і В's*

*Учні С і D одержують С's і D's*

*Відвідування занять позначається на успішності (підтвердження припущення)*

Крім зазначеного, науковий метод пізнання передбачає стандартизацію процесу дослідження, тобто створення однакових умов його протікання. Однакові умови стосуються комплектації об'єктів спостереження, маніпуляції з ними, процедур вимірювання, фіксації чи ідентифікації тощо.

Науковий метод пізнання вимагає також оприлюднення способів перевірки гіпотези дослідження. Це робиться з метою незалежної перевірки висловленого припущення й оцінки використаних для цього методів шляхом підтвердження, уточнення чи спростування отриманих результатів.

Дотримання перелічених вимог, притаманних науковому методу пізнання, робить результати дослідження об'єктивними, доказовими і відтворюваними.

Науковий метод реалізується у дослідженні завдяки конкретизації закладеної у ньому ідеї шляхом виокремлення логічної послідовності етапів, стадій, кроків. Загалом наукове дослідження передбачає формулювання проблеми дослідження, обґрунтування методів дослідження, власне процес дослідження, інтерпретацію результатів дослідження та його оформлення.

У цілому наукове дослідження носить цілеспрямований і систематичний характер. Йому притаманні однозначність термінології, застосування спеціальних засобів пізнання, єдність традиційного і нового. В основі реалізації зазначеної єдності лежить принцип наступності, згідно з яким нове знання може з'явитися лише спираючись на раніше здобуті. Більше того, нові завоювання в освоєнні дійсності не перекреслюють здобуте, а сприяють його переосмисленню й уточненню.

Однією з форм забезпечення єдності традиційного і нового у науковому дослідженні є наукова школа. Наукова школа являє собою неформальну в межах наукового напрямку творчу співдружність висококваліфікованих дослідників, об'єднаних спільністю ідей щодо розв'язання проблем, методів їх реалізації, стилю дослідної роботи тощо. В більш широкому розумінні науковою школою слід вважати вчених, що дотримуються певних наукових поло-

жень (наприклад, школа класичної фізики, школа сучасної фізики). До головних ознак наукової школи відносять наявність наукового лідера, високу наукову кваліфікацію дослідників, значущість одержаних ними результатів, оригінальність методик досліджень, спільність наукових поглядів. Ефективне співіснування наукових шкіл передбачає неупереджену критику наукових опонентів у боротьбі думок та творчих дискусіях.

**Типи наукових досліджень.** Наукові дослідження умовно поділяють на основні і пілотні, обмежені і необмежені, фундаментальні і прикладні, теоретичні і емпіричні, кількісні і якісні. У різних наукових галузях прийнято виділяти, крім зазначених, й інші типи наукових досліджень.

Пілотне дослідження передує основному науковому дослідженню. Метою такого дослідження є збір первинної інформації про об'єкт спостереження, окреслення шляхів подальших досліджень у вибраній галузі.

Необмежене дослідження – це, як правило, індивідуальна творча діяльність, не регламентована організаційними вимогами, крім власних рішень науковця. Обмежене дослідження зазвичай виконується колективом виконавців і регламентується певними організаційними вимогами. У цьому випадку самостійність дослідника до певної міри обмежується: йому виділяються певні засоби для проведення дослідження, зазначаються терміни та умови проведення дослідження, розподіл завдань між його учасниками та ін.).

Фундаментальні дослідження спрямовані на пізнання законів і закономірностей, що характеризують поведінку і взаємодію базисних структур природи, суспільства чи окремого індивіда. З іншого боку, якщо проблема взята не з області сьогоднішніх практичних потреб людини, то її дослідження носить назву фундаментального.

Дослідження, в якому пропонується відповідь на запитання, що стосується потреб практики, носить назву прикладного. Прикладні дослідження передбачають визначення можливостей застосування результатів фундаментальних досліджень у процесі розв'язування практичних проблем.

Актуальною є проблема оцінки ефективності фундаментальних і прикладних досліджень. У випадку прикладного дослідження критерієм ефективності можуть слугувати соціально-економічний чи психолого-педагогічний ефекти впровадження одержаних результатів. Якщо на фундаментальні дослідження подивитись, крім прийнятого, дещо під іншим кутом зору, то логічним видається висновок про те, що одним з компонентів системи об'єктивного оцінювання результатів зазначених досліджень є кількість прогнозованих проблем, які можна сформулювати на основі одержаних результатів фундаментального дослідження. Іншим компонентом названої системи є кількість попередньо встановлених емпіричних результатів, яким можна дати теоретичне пояснення на основі результатів виконаного фундаментального дослідження. Ці два компоненти характеризують широту фундаментального дослідження. Глибина фундаментального дослідження може бути охарактеризована кількістю ієрархічних рівнів прогнозованих і пояснених похідних проблем. Достовірність результатів прогнозованих похідних досліджень, виконаних на основі даного фундаментального дослідження, слугують показником достовірності його результатів. На практичну значущість вказують оцінка або прогноз соціально-економічного та інших (наприклад, психолого-педагогічного) ефектів від розв'язання прикладних проблем на основі одержаних результатів фундаментального дослідження. За відсутності необхідної інформації є підстави вважати перелічені компоненти у системі об'єктивного оцінювання результатів фундаментального дослідження рівнозначними. Це позбавляє необхідності введення вагових коефіцієнтів для кожного з компонентів і дозволяє представити інтегральну оцінку у вигляді адитивної суми значень охарактеризованих чотирьох показників.

Переваги фундаментального знання у широті можливостей практичного застосування; проте не завжди фундаментальне знання можна зразу застосувати на практиці. Переваги прикладного знання у безпосередньому зв'язку з

практикою, що забезпечує можливість його негайного використання; недоліки – в обмеженості тією ситуацією, в якій воно одержано.

Фундаментальні дослідження лежать в основі науково-технічного і соціально-економічного прогресу. Їх результати визначають перспективи розвитку освіти, техніки і технології. Потрібно зазначити, що результати фундаментальних досліджень неминуче знаходять своє практичне застосування. Зміцнення взаємозв'язку між фундаментальними і прикладними дослідженнями, скорочення термінів упровадження наукових результатів у практику – одне з головних завдань організації наукової діяльності.

Залежно від використовуваних методів наукові дослідження умовно поділяють на теоретичні та емпіричні, які залежно від типу зібраних емпіричних даних поділяють на кількісні та якісні.

**Структурування наукових досліджень.** У структуруванні наукових досліджень прийнято розрізняти наукові напрями, проблеми і теми. Науковий напрям, як правило, ототожнюється з дослідженням, яке виконує цілий науковий колектив. Якщо слідувати такому підходу, то наукову проблему потрібно було б ототожнити з дослідженням, яке виконує підрозділ наукового колективу. Тоді над науковою темою має працювати окремий дослідник. З іншого боку, найдрібніше питання дослідження називають його темою. Сукупність тем перебуває у відношенні родового зв'язку стосовно проблеми дослідження. В свою чергу сукупність проблем перебуває у родовому зв'язку з напрямом дослідження.

Термін *наукова проблема* вживають також тоді, коли мають на увазі суперечності наукового характеру, що потребують розв'язання. За ступенем важливості наукові проблеми поділяють на глобальні, міждержавні, державні, міжгалузеві, галузеві, комплексні, звичайні.

### **Запитання**

\* *Які негативні моменти приховуються в діяльності наукових шкіл і за яких обставин вони актуалізуються?*

- \* *В чому суть наукового дослідження?*
- \* *З якою практичною метою виконуються наукові дослідження?*
- \* *Коли дослідник вдається до формулювання гіпотези?*
- \* *На які типи умовно поділяють наукові дослідження?*
- \* *Стосовно чого робляться припущення у гіпотезі дослідження?*
- \* *У яких випадках встановлена тенденція протікання явища чи процесу носить характер закономірності, а в яких закону?*
- \* *Чим принципово відрізняються наукові знання від містичних уявлень про навколишню дійсність?*
- \* *Чим визначається кут зору вченого в науковому дослідженні?*
- \* *Що є запорукою єдності традиційного і нового в науковій діяльності?*
- \* *Що собою являє наука як соціальний інститут?*
- \* *Якими шляхами збирають факти, щоб відповісти на поставлене у дослідженні запитання?*
- \* *Яких трансформаційних змін зазнають гіпотези дослідження?*
- \* *Які головні завдання ставляться суспільством перед наукою?*
- \* *Які головні ознаки наукової школи?*
- \* *Які групи виділяють у класі наукових проблем?*
- \* *Які ознаки притаманні науковому знанню?*
- \* *Які феномени позначають терміном “наука”?*
- \* *Чи доводять істинність теорії ті факти, що узгоджуються з нею?*
- \* *Чи можуть принципи та аксіоми мати неемпіричне походження?*
- \* *Чим відрізняється поняття від категорії?*
- \* *Чим обумовлена зовнішня і внутрішня логіка розвитку наукової галузі?*
- \* *Що спричинило виникнення науки як форми усвідомлення людством оточуючого світу?*
- \* *Які грані об’єктів дослідження доступні пізнанню на ірраціональному рівні?*
- \* *Які класи умовно виділяють в системі наук?*

- \* *Які критерії істини, крім практики, можна застосувати у науковому пізнанні?*
- \* *Які наслідки можна вивести з того факту, що образи відображення ніколи не бувають цілком адекватними до реалій оточуючого світу?*
- \* *Які факти спростовують теорію?*
- \* *Які фактори позначаються на збільшенні обсягу знань та підвищенні їх достовірності?*
- \* *Які фактори спричиняють диференційні процеси в науці?*
- \* *Довкола яких структурних елементів наукової проблематики формуються наукові школи?*
- \* *З якою метою оприлюднюються способи перевірки гіпотези дослідження?*
- \* *З якими формами суспільної свідомості взаємодіє наука? Чого стосується зазначена взаємодія?*
- \* *З якою метою (з теоретичної точки зору) виконуються наукові дослідження?*
- \* *Як Ви розумієте об'єктивність, відтворюваність, доказовість результатів дослідження?*
- \* *Які з перелічених типів фактів (одиночні, особливі, загальні) претендують на статус наукового знання?*

### **Завдання**

- \* *Наведіть приклад проблеми, яка потребує дослідження з точки зору філософії, психології і педагогіки.*
- \* *Наведіть приклад наукового напрямку, проблем, які входять до нього, та тем, що складають кожну з проблем.*
- \* *Наведіть приклади теоретичного і емпіричного ( кількісного та якісного) наукового дослідження.*
- \* *Назвіть ознаки, притаманні науковому факту.*
- \* *Назвіть характерні ознаки прикладного дослідження.*



- \* Назвіть характерні ознаки теоретичного пізнання.
- \* Назвіть характерні ознаки фундаментального дослідження.
- \* Охарактеризуйте розвиток науки в кількісному і якісному вимірах.
- \* Проілюструйте на прикладі роботу емпіричного пізнання оточуючої дійсності.
- \* Проілюструйте відмінність між гіпотезою і теорією.
- \* Наведіть приклад змін, яких можуть зазнавати пріоритети наукової діяльності та характер інтерпретації отриманих результатів завдяки впливу інших форм суспільної свідомості.
- \* Назвіть позитивні і негативні ознаки диференційних процесів у науковому пізнанні.
- \* опишіть зв'язок між результатами фундаментальних і прикладних досліджень та тенденції взаємодії зазначених складових наукового пошуку.
- \* Охарактеризуйте зв'язок між теорією і практикою в науковому пізнанні.
- \* Проілюструйте зв'язок теорії і практики прикладами, взятими з освітньої дійсності.
- \* Проілюструйте вплив істинного та хибного знання на матеріальне і духовне виробництво.
- \* У наведеному власному прикладі виокремте суб'єктивну домішку в об'єктивному знанні.
- \* Наведіть приклад наукового знання, здобутого за допомогою емпіричного пізнання.
- \* Проілюструйте вплив вибраних дослідником методології і методів дослідження, а також його практичного досвіду на науковий результат.

## **§ 2. Сутність педагогічного дослідження**

**Особливості педагогічного дослідження.** Реалії сьогодення такі, що з кожним роком зростає обсяг знань та умінь, які потрібно передати

учням, а тривалість їхнього навчання залишається незмінною. На наших очах змінюються функції організованого навчання дітей. Зазначене спричиняє зміни структури системи освіти, навчальних планів і програм, підручників і навчальних посібників, організаційних форм і методів навчання, методів оцінювання навчальних досягнень, форм підготовки учителів, навчального обладнання тощо. Запроваджені зміни, як правило, призводять до підвищення ефективності освітньої системи. Проте інколи вони супроводжуються мало помітними змінами якості освіти і, навіть, погіршенням її стану. Як наслідок, необхідні дослідження, що дозволяють передбачити та оцінити ефекти перелічених змін з метою їх продовження або призупинення як недоцільних чи марнотратних. Загалом наукові дослідження в освіті мають передувати інноваційним процесам, що далеко не завжди витримується.

Освітній процес багатогранний, на його ефективності позначається низка органічно пов'язаних факторів чисто педагогічного, а також психологічного, соціального, економічного тощо характеру. Дослідження їхнього впливу дещо специфічно відрізняються, проте спільного тут більше, ніж відмінного, а тому є сенс вести мову про дослідження освітніх проблем у цілому, і лише в окремих місцях акцентувати на специфіці. Загалом будь-які наукові розвідки, які стосуються розв'язання освітніх проблем, будемо називати педагогічним дослідженням.

Педагогічні дослідження спрямовуються на підвищення ефективності навчально-виховного процесу. Очікуваний результат педагогічного дослідження, як правило, планується у формі положень, які формулюються на основі розвитку думки від одиничного до загального через особливе. На етапі одиничного відкривається явище; на

етапі особливого воно аналізується шляхом розгляду великої кількості до нього аналогічних; на етапі загального постулюється його перебіг за умови розгляду нескінченної кількості таких явищ. Можливий також варіант, коли на основі загальних положень розробляються часткові способи педагогічної дії. Як бачимо, педагогічне дослідження – це продукування і застосування загальних принципів.

Педагогічному дослідженню притаманна низка ознак, характерних для наукового пізнання взагалі. У дослідженні навчально-виховного процесу дослідник позбавлений можливості безпосереднього сприйняття явищ, які його характеризують, внаслідок чого він змушений вводити абстрактну модель для того, щоб адекватно пояснити та використати на практиці досліджуваний процес. Як математичні моделі використовуються для того, щоб описати наше розуміння фізичного світу, так у педагогічному дослідженні розробляються абстрактні моделі для того, щоб описати процес навчання і виховання. Ми не можемо побачити електрон, але ми можемо описати його поведінку. Аналогічно ми не можемо побачити процес розвитку ідеї у голові людини, але ми можемо різними шляхами описати загальні правила, за якими ідеї розвиваються.

При цьому є можливість спостерігати за об'єктом вивчення, відстежувати його характеристики і використовувати засоби обчислення для опрацювання отриманих даних. Але оскільки безліч факторів, крім досліджуваного, позначаються на значеннях досліджуваних характеристик, то дослідник має бути вправним в ігноруванні ними, зменшенні їх впливу та рандомізації їх дії. Водночас у педагогічному дослідженні часто важко контролювати об'єкти обстеження, оскільки їх переважно дуже багато.

Проте існує кілька принципових відмінностей у дослідженні природних і соціальних явищ, до яких можна практично віднести усі процеси, що мають місце в освіті. Ми можемо безпечно вважати у більшості випадків, що частинки на зразок електрона є цілком ідентичними. Аналогічне ніколи не буває правдивим, якщо постачальником сирової інформації у дослідженні є учні, студенти тощо. Суб'єкти у педагогічному дослідженні не бувають ідентичними (вони по-різному реагують на одну і ту саму зовнішню дію), а отже, для його коректності потрібно відбирати велику їх кількість і оперувати середнім значенням досліджуваної характеристики з метою нівелювання чи зменшення впливу неоднорідності. Звісно, що чим більш однорідними є об'єкти вивчення, тим коректнішими будуть результати дослідження.

Характеристики об'єктів вивчення у педагогічних дослідженнях, як правило, нестійкі. При цьому різні характеристики об'єктів вивчення володіють різним рівнем стійкості. Наприклад, встановлення стану задоволення діяльністю буде, напевне, менш точним, ніж реєстрація актів поведінки. У першому випадку об'єкт обстеження не стабільний: у поганому настрої людина може виражати своє незадоволення роботою, а в хорошому настрої цей же індивід буде запевняти, що ця ж робота йому подобається. Проте, напевне, його настрої не позначиться на інформації про те, як часто він затримується у навчальному закладі після закінчення занять.

До зазначеного вище потрібно додати й інші характерні ознаки освітніх явищ:

- неоднозначність перебігу явищ (функціональні змінні залежать від багатьох аргументних змінних);

- неповторність освітніх явищ (під час повторного дослідження дослідник має справу з іншим матеріалом);
- участь у освітніх процесах людей (забороняються експерименти, що суперечать етичним нормам).

Наведений перелік є свідченням того, наскільки складно виконати коректне педагогічне дослідження. З метою подолання об'єктивних труднощів вдаються до незалежних обстежень. Нехай дослідник хоче встановити, при вивченні яких тем студенти відчували найбільші труднощі. У процесі обстеження їм можна запропонувати вказати на найбільш складні теми із запропонованого переліку тем курсу. Але як переконатися, що відповіді студентів правдиві? Можна взяти до уваги навчальні досягнення студентів з різних тем і пояснювати низькі результати складністю тем. Але так буває не завжди. Як бачимо, доцільно поєднати охарактеризовані підходи. У цілому, коректність педагогічного дослідження суттєво визначається тим, чи може дослідник при обстеженні використати незалежні методи. Зазначений підхід у науковому пізнанні носить назву тріангуляції.

Враховуючи зазначене, можна стверджувати, що головне завдання педагогічного дослідження – відділити ознаки, що носять систематичний характер, від випадкових і тим самим описати стійкі характеристики досліджуваного процесу. Для цього використовується математичний апарат, побудований на законі великих чисел. Закон великих чисел – це загальний принцип, згідно з яким сукупна дія великої кількості факторів, що містять у собі елементи випадкового характеру, за деяких досить загальних обставин призводить до результату, що майже не залежить від випадку. Необхідними передумовами дії зазначеного закону є достатня кількість обстежень і незалежність окремих

подій від деякої загальної причини. Вказані вимоги виконуються всюди, де мають справу з поведінкою достатньо великої кількості індивідів, якщо їхні дії не є жорстко регламентованими, що виключає можливість особистої ініціативи, тобто індивідуального відхилення від заданої програми дій.

А це є свідченням того, що освітні явища носять випадковий характер. У дослідженні таких явищ використовують методи вивчення стохастичних процесів, побудовані на застосуванні теорії ймовірностей. Теорія ймовірностей застосовна у тому випадку, коли об'єкт дослідження складається з великої кількості взаємодіючих між собою структурних компонентів. Як правило, у таких випадках переважно мають місце задачі, коли необхідно з'ясувати поведінку окремого структурного компонента, що перебуває у середовищі великої кількості подібних до себе, або вивчити поведінку сукупності компонентів як єдиного цілого (при цьому поведінка об'єкта як єдиного цілого не зводиться до поведінки компонентів, а в окремих випадках і не залежать від їх поведінки). Класичний математичний апарат вивчення таких об'єктів обмежений тим фактом, що у них виникають нові закономірності, дослідження яких можливе лише завдяки застосуванню теорії ймовірностей.

Потрібно зазначити, що у педагогічних дослідженнях інколи бездумно використовуються методи, які дають позитивні результати в інших науках, зокрема, у природничо-технічних. Принципові відмінності об'єктів вивчення у соціально-гуманітарних і природничо-технічних науках, як правило, призводять до суттєвих похибок, якщо методи других автоматично переносяться на перші. Насамперед це стосується застосування індуктивного методу. Застосування

індуктивного методу спрямоване на формулювання передбачення. Точність передбачення залежить від точності констатації подібності. Точність констатації подібності залежить від оперування необхідними даними. Біда в тому, що часто необхідних даних не вистачає, а тому сформульовані передбачення відносно не точні.

Більшість експериментів, що виконуються у педагогічних дослідженнях, використовують модель, запозичену з аграрної галузі, де досліджувані характеристики об'єктів вивчення та експериментальна ситуація задовільно контролюються. У навчально-виховному процесі досліджувані характеристики контролювати важко, оскільки має місце взаємодія між учнями та учителем, а також між учнями. Насправді учитель навчає різних учнів різними шляхами, і різні учні віддають перевагу в навчанні різним стилям. До того ж, трудність полягає в тому, що критерії досягнень не є простими, як це має місце із збільшенням урожаю. А отже, педагогічне дослідження вимагає обережності в узагальненні одержаних результатів.

Більше того, пізнання соціально-гуманітарних явищ не може піднятися до наукового рівня шляхом використання індуктивного методу природничо-технічних наук. Якого поширення не набуло б використання в соціально-гуманітарних науках методу узагальнення одиничного через особливе, наукове дослідження, тим не менше, не може ґрунтуватися на представленні конкретного явища як ілюстрації загального правила. Одиничне не слугує підтвердженням закономірності. А отже, метою таких досліджень, якщо глобальні узагальнення маловірогідні, повинно бути розуміння явищ в їх одноразовій та історичній конкретності. При цьому дослідник прагне до фіксації великого обсягу даних не для встановлення загальних

закономірностей, а для розуміння стану об'єкта обстеження шляхом з'ясування його становлення.

Але що це за пізнання, що дозволяє зрозуміти дещо через з'ясування його становлення? Чи є таке пізнання науковим? Якщо визнати, що ідеал такого роду пізнання принципово відмінний за типом та установками від прийнятого в природничо-технічних науках, то з'являється необхідність вести мову про окремий клас наук, а саме про *неточні науки*. Крім того, є підстави вважати, що соціально-гуманітарні науки далекі від того, щоб відчувати свою неповноцінність у порівнянні з природничо-технічними. Підтвердження сказаному беремо в Аристотеля, який протиставляє практичне і теоретичне знання. Практичне знання спрямоване на конкретну ситуацію, отже, воно вимагає врахування обставин у їх безкінечній різноманітності. Теоретичне знання будується на загальних принципах. Водночас Ф. Дільтей хоча і намагається відстояти методичну самостійність соціально-гуманітарних наук, погоджується з тим, що природничо-технічні науки є зразком для соціально-гуманітарних.

Як бачимо, у педагогічних дослідженнях важко одержати узагальнення, застосовні у будь-якій ситуації. Формулювання загальних висновків ні в якому випадку не означає визнання наявності взаємозв'язку, регулярність якого допускає можливість широкого передбачення. Однак деякі дослідження можуть мати своїм результатом вироблення моделей, які є відносно широко застосовними. Такі дослідження пов'язані з формулюванням принципів і правил, які стосуються не окремих індивідів, а соціальних груп, суспільства у цілому, хоча у процесі дослідження дослідник контактує з окремими індивідами.



Загалом аналіз свідчить, що в окремих педагогічних дослідженнях констатується стан об'єкта вивчення, в інших дослідженнях встановлюється кореляційний зв'язок між характеристиками об'єктів обстеження. Чимало педагогічних досліджень спрямовуються на встановлення за їх результатами причинно-наслідкового зв'язку між величинами чи властивостями, які характеризують об'єкти вивчення. Не применшуючи значення жодних результатів коректного педагогічного дослідження, слід сказати, що найціннішими науковими результатами є знання причинно-наслідкового зв'язку між характеристиками об'єктів вивчення, бо тільки такі знання роблять можливими керовані зміни оточуючого світу.

**Типологія проблем у педагогічних дослідженнях.** Будь-яке педагогічне дослідження спрямовується на розв'язання певної наукової проблеми. Наукова проблема з'являється тоді, коли немає знань, необхідних для того, щоб пояснити протікання освітнього явища. Наукова проблема виникає тоді, коли моделювання освітнього явища на основі наявних знань суперечить спостережуваному реальному його протіканню. З науковою проблемою стикаються у тому випадку, коли одержані наукові результати не можна вмонтувати в усталену систему наукових знань. Свідченням наукової проблеми є відсутність необхідних наукових фактів, положень тощо, необхідних для того, щоб утворити цілісну систему наукових знань, теорію і т.п. Наукова проблема постає тоді, коли освітній процес, керований на основі наявних теоретичних уявлень, протікає неефективно. Мають місце випадки, коли навчально-виховний процес протікає недостатньо ефективно не через відсутність необхідних теоретичних знань, що лежать в основі керування ним, а у зв'язку з неправильною їх практичною реалізацією;

часто цей випадок теж трактують як наукову проблему, хоча насправді це більше практична освітня проблема, ніж наукова. Як бачимо, проблемою є те, що за змістом суперечить формі.

Наукові проблеми у педагогічних дослідженнях відрізняються не тільки за змістом, а й за масштабом. Зокрема, деякі наукові проблеми не виходять за межі первинного учнівського колективу, інші зачіпають інтереси навчальних закладів, регіонів, галузі в цілому. У дослідженні освітніх проблем мають справу з суперечностями педагогічного, психологічного, соціального, економічного тощо характеру.

Із зазначеного видно, що серед наукових проблем можна виділити фундаментальні і прикладні. У прикладній науковій проблемі виокремлюють її теоретичний і практичний аспекти. У теоретичному смислі прикладна наукова проблема – це, наприклад, суперечність між знанням про деякі результативні дії задоволення освітніх потреб людей і незнанням шляхів, засобів, методів, прийомів реалізації необхідних дій. Практичний бік прикладної наукової проблеми – це суперечність, подолання якої вимагає, зокрема, вибору однієї з можливих альтернатив. Теоретичний і практичний аспекти прикладної наукової проблеми тісно взаємопов'язані, так як джерелом незнання способів розв'язання практичних задач є стан наявного теоретичного і практичного знання. У найпростішому випадку прикладна проблема пов'язана з недостатньою обізнаністю стосовно реальної ситуації, внаслідок чого неможливо використовувати наявні знання для регулювання процесів. В інших випадках – це наявність таких процесів і явищ, природа яких теоретично не конкретизована, і, відповідно, немає алгоритмів для їх опису, прогнозування і впливу на них.

Наукове дослідження (і педагогічне у тому числі) спрямовується, як уже зазначалось, на розв'язання окресленої його межами проблеми шляхом подолання суперечності, що складає її суть. Інколи подолати суперечність, що складає суть наукової проблеми, вдається шляхом накопичення необхідних наукових фактів та їх узагальнення. Проте у науковій діяльності часто стикаються з проблемами, а точніше проблемними ситуаціями, коли тривіальними діями не можна на основі наявних даних отримати бажаний кінцевий результат. У таких випадках необхідно подолати потенціальний бар'єр, що стоїть на шляху від вихідних даних до кінцевого результату. Як правило, це можливо завдяки інтуїції, якісному стрибку думки. Зазначене стосується як пошуку наукової проблеми, так і методів її розв'язання та інтерпретації одержаних результатів.

Слід зазначити, що наукова проблема не усвідомлюється як дослідницька потреба до тих пір, поки суперечності, які її провокують, не досягли того рівня, на якому вони стають очевидними.

**Типові запитання у дослідженні освітніх проблем.** Щоб розв'язати наукову проблему (подолати суперечність), необхідно дати відповідь на запитання дослідження, нею породжене. Доречно зазначити, що наукова проблема може продукувати як *досліджувані*, так і *не досліджувані* запитання. Досліджувані запитання – це запитання, на які можна дати відповідь шляхом збору необхідних даних. Запитання, на які не можна відповісти, оскільки не можна зібрати необхідну інформацію, називаються *не досліджуваними*. Сказане можна проілюструвати такими прикладами. Нехай перед дослідником поставило запитання *Чи варто філософію включати до навчального плану вищих навчальних закладів?* Які емпіричні дані можна зібрати, щоб відповісти

на поставлене запитання *Чи варто?* Ніяких. Проте, якщо запитання поставити у формі *Чи вважають студенти вищих навчальних закладів, що філософію варто включати до навчального плану,* то запитання набуває ознак досліджуваного. Щоб довести чи спростували доцільність включення філософії до навчального плану вищих навчальних закладів, видається, можна апелювати до загальноосвітнього рівня студентів, формування їхнього світогляду, розвитку мислення тощо. Але при цьому підміняється запитання, бо, стверджуючи, що вивчення філософії сприяє, скажімо, підвищенню загальноосвітнього рівня студентів, ми даємо відповідь на запитання *Чи сприяє вивчення філософії студентами вищих навчальних закладів підвищенню їхнього загальноосвітнього рівня,* а не на запитання *Чи варто включати філософію до навчального плану вищих навчальних закладів.* Але відповідь на перше запитання не є відповіддю на друге, бо той факт, що вивчення філософії сприяє підвищенню загальноосвітнього рівня студентів, ще не є беззаперечним доказом доцільності включення філософії у навчальний план вищого навчального закладу.

Потрібно зазначити, що, формулюючи запитання дослідження, не припустимо обмежуватись запитаннями *хто, що, де, коли, як.* Дослідник має прагнути завершувати низку проміжних запитань запитанням *чому,* бо саме запитання такого роду пояснюють сутність процесів і явищ. Запитання, спрямовані на з'ясування причини, можна представити у вигляді трьох складових: що впливає на відгук (досліджувану характеристику), як виявлені фактори позначаються, чому вони саме так впливають. Відповідь на запитання останнього типу передбачає встановлення зв'язку між числовими значеннями величин чи якісними протяжностями властивостей, що характеризують об'єкти вивчення.

Серед досліджуваних запитань прийнято виділяти групу вдалих запитань. Аналіз показує, що вдале запитання:

- зрозуміле, тобто більшість людей розуміє і погоджується із значенням ключових слів, що містяться у запитанні;
- значуще, тобто варте дослідження, оскільки відповідь на нього передбачає приріст знань;
- вимагає для відповіді потенційно можливої кількості часу, енергії, коштів тощо;
- відповідає вимогам етики педагогічного дослідження: ні саме запитання, ні відповідь на нього не можуть містити можливості заподіяння фізичної чи психічної шкоди індивідам чи середовищу, частиною якого вони є.

Нехай дослідник поставив запитання *Чи є гуманістично орієнтоване навчання ефективним?* Швидше за все прагнення дати відповідь на таке запитання буде даремною тратою часу. Насамперед тому, що педагогіка ще не оперує однозначним (із скінченим переліком ознак) визначенням понять *гуманістично орієнтоване навчання* і *ефективність*. Дослідник, звичайно, може запропонувати власні (що він часто і робить) визначення зазначених понять. При цьому він послуговується конституційним, операційним або визначенням за допомогою наведеного прикладу.

Користуючись конституційним визначенням, дослідник використовує інші терміни, щоб дати визначення означуваному поняттю. Проте, як правило, використовувані для визначення терміни самі потребують тлумачення і т.д. Словом, дослідник, даючи в такий спосіб визначення поняттю, в кінцевому результаті використовує однозначні і зрозумілі для всіх терміни. Як бачимо, намагання дослідника дати

власне конституційне визначення виокремленого поняття, як правило, породжує проблему визначення низки дочірніх термінів.

Разом з тим, з найбільшими труднощами він зустрічається тоді, коли йому потрібно дати визначення поняття, що складається з двох чи більше слів, тлумачити які окремо не можна. В цьому випадку дослідник спостерігає за двома об'єктами, процесами чи явищами, одне з яких характеризується певною властивістю, а інше – ні; тоді наявна відмінність в об'єктах, процесах чи явищах складатиме зміст виокремленого для визначення поняття.

Більш раціонально поступають ті дослідники, які не прагнуть будь-що визначити виокремлене поняття через низку дочірніх термінів, а виділяють в об'єкті визначення параметри, що піддаються кількісному вимірюванню чи якісній фіксації. Наприклад, термін *гуманістично орієнтоване навчання* дослідник може операційно визначити через набір таких параметрів: не більше, ніж три учні працюють з одним і тим же матеріалом в один і той самий час; учитель не проводить в день більше двадцяти хвилин з класом як з однією групою; щонайменше половина кожного уроку відводиться для роботи учнів над власними проектами; для кожного учня розроблено більше трьох комплектів різного роду навчальних матеріалів; учні сидять колом чи, навіть, на підлозі, працюючи над власними проектами; не рідше, ніж два рази в тиждень проводяться дискусії з прочитаного учнями. Наведені параметри можуть когось не задовольняти, вони можуть бути модифіковані “на смак” дослідника, але вони чітко визначені, а тому будь-який інший дослідник може дуже швидко встановити, чи відповідає та чи інша практика цьому конкретному тлумаченню.

Технологія визначення понять за допомогою прикладів є достатньо зрозумілою, а тому додаткового тлумачення не потребує.

У зв'язку із сказаним необхідно зазначити, що до тих пір, поки визначення не отримає загального визнання, воно залишатиметься власним. За таких обставин абсолютне поширення на визначене дослідником поняття отриманих результатів є не коректним, бо воно в процесі педагогічного усупільнення може зазнати певних змін, що зробить його неповним, неточним чи, навіть, хибним.

Інколи терміни, що вживаються у досліджуваному запитанні, визначені чітко, але водночас є настільки широкоохоплюючими (включають різні категорії), що виконати коректне дослідження без розумного обмеження поняття (виділення в ньому окремих груп) не можливо. Ілюстрацією сказаному є запитання *Скільки часу витрачають учителі на підготовку поурочних планів?* Насамперед, учителі різних предметів витрачають різну кількість часу. З іншого боку, початкуючі учителі й учителі із стажем витрачають настільки різну кількість часу, що дати відповідь на поставлене запитання означає нічого не сказати.

Щоб визначитись щодо доцільності пошуку відповіді на досліджуване запитання, дослідник враховує:

- Який приріст в педагогічні знання привнесе відповідь на сформульоване запитання?
- Які покращення в педагогічну практику несе відповідь на поставлене запитання?
- Які зміни у функціонуванні людського суспільства, взаємовідносинах людини з природою обіцяє відповідь на запитання дослідження?

Оскільки, як правило, доводиться керуватися якісними оцінками, то дослідники переважно припускаються двох типових помилок:

- актуальне для себе вони розцінюють як актуальне для інших;
- перебільшують соціально-економічний і психолого-педагогічний ефекти виконаного дослідження.

З урахуванням зазначеного вище можна тверезо оцінити значущість пошуку відповіді на запитання типу *Що спільне і що відмінне у методиці розкриття сутності поняття “інертна маса” учителями з педагогічним стажем від одного до двадцяти п’яти років?*

Шукаючи відповідь на досліджуване запитання, дослідник витрачає власний час, державні чи приватні кошти. А раз так, то він не може бути байдужим щодо їх необхідної кількості та наявного арсеналу.

Якщо дослідник поставив перед собою запитання *Як учні певного навчального закладу оцінюють запровадження нової навчальної програми з певного навчального предмета*, то в нього вистачить часу, енергії і коштів, щоб отримати на нього відповідь. В той же час фінансові обмеження не дозволять йому отримати відповідь на запитання *Як позначається на навчальних досягненнях забезпечення аудиторної діяльності кожного студента персональним комп’ютером*.

Врешті, формулюючи запитання дослідження, потрібно пам’ятати, що є безліч запитань, на які можна дати відповідь без виконання спеціального дослідження. Наведені нижче запитання є свідченням сказаному:

- Яким є стан шкільних приміщень у певному регіоні?
- Як учні загальноосвітніх навчальних закладів знають історію України?



- Чи встигатимуть краще з математики ті учні, які краще встигають з фізики?
- Який із підручників (А чи В) є кращим стосовно рівня навчальних досягнень учнів?

**Шляхи пошуку відповіді на запитання дослідження.** Загалом, щоб відповісти на запитання дослідження, необхідно оперувати необхідною і достатньою кількістю наукових фактів. Наукові факти одержують у процесі обстеження об'єктів вивчення. У зв'язку з зазначеним можна виокремити запитання, на які можна дати відповідь шляхом збору наукових фактів, що містяться у результатах попередніх наукових досліджень, їх аналізу та узагальнення. Відповідь на такого роду запитання вимагає виконання чисто теоретичного дослідження. На окремі запитання можна відповісти, зібравши відповідні наукові факти та їх узагальнивши. У цьому випадку маємо справу з чисто емпіричним дослідженням. Проте у більшості випадків відповідь на запитання дослідження вимагає як врахування результатів попередніх досліджень, так і збору додаткових даних, що передбачає виконання теоретично-емпіричного дослідження.

Актуалізуючи наукові факти, що відображають результати попередньо виконаних досліджень, дослідник може покластися на знання оточуючих. Проте обмін думками з іншими людьми не завжди забезпечує правильну відповідь на поставлене запитання. Хіба ми не пересвідчувалися в тому, як часто різні люди по-різному відповідають на одне і те ж запитання, сприймають одне і те ж явище, трактують його причини і наслідки? Можливо, все-таки є індивіди, на думку яких можна покластися? Якщо так, то це в першу чергу експерти – фахівці в галузі своєї професійної діяльності. Проте й експерти можуть помиля-

тися. Найбільш надійним джерелом інформації у цьому випадку є, безперечно, аналіз результатів досліджень, описаних у наукових виданнях.

Власноруч збираючи наукові факти, найпростіше покластися на дані, що постачають органи відчуття. За допомогою органів відчуття можна оперативно отримати необхідну інформацію, проте вона, як правило, є неповною і неточною. Крім того, органи відчуття нерідко постачають нас недостовірною інформацією. Використовуючи інтуїтивну догадку, нерідко вдається оперативно одержати необхідну наукову інформацію. Проте використання інтуїтивного методу мало ефективно у випадку недостатнього емпіричного досвіду дослідника і не позбавлене вад, пов'язаних з логічною обґрунтованістю його дій. Найбільш надійним у зборі достовірних фактів у процесі виконання емпіричного дослідження є науковий метод. Водночас потрібно зазначити, що використання наукового методу не забезпечує абсолютно достовірну відповідь на запитання дослідження тому, що дослідник завжди відчуває певні обмеження у плані вичерпності і достовірності інформації, необхідної для відповіді на сформульовані ним запитання. При цьому достовірність інформації знаходиться у прямій залежності від адекватності поставленому запитанню використовуваної методології, методики (сукупності методів і прийомів) дослідження, майстерності дослідника тощо.

**Типи досліджень освітніх проблем.** Залежно від характеру і змісту запитання дослідження освітніх проблем ділять на декілька типів.

Аналіз свідчить, що розроблення наукового супроводу функціонування і розвитку системи освіти у першу чергу вимагає ви-

конання досліджень, пов'язаних з підвищенням ефективності навчально-виховного процесу. Такі дослідження за своєю природою є чисто педагогічними. Водночас у розробленні наукового супроводу функціонування системи освіти часто доводиться розв'язувати наукові проблеми психологічного, соціологічного, економічного та управлінського характеру. До того ж, практика свідчить, що соціальне середовище може суттєво позначатися на перебігу окремих освітніх явищ і процесів. У свою чергу, розв'язання педагогічних проблем не рідко супроводжується позитивними наслідками соціального характеру. Аналогічний зв'язок спостерігаємо між педагогічними і психологічними, педагогічними та економічними, педагогічними та управлінськими феноменами. Зазначене є підставою для того, щоб у сукупності досліджень освітніх проблем виділити групи управлінсько-педагогічних, економіко-педагогічних, соціально-педагогічних, психолого-педагогічних та власне педагогічних досліджень. Спільною ознакою для досліджень перших чотирьох груп є попарне охоплення ними граничних областей різних галузей науки.

Педагогічні дослідження можна умовно поділити на основі просторово-часової локалізації залучених об'єктів вивчення. Типові педагогічні дослідження локалізуються у відносно невеликому часовому і просторовому околі. Водночас у випадках відносно протяжної часової локалізації маємо справу з історично-педагогічним дослідженням, а у випадку відносно протяжної просторової локалізації маємо справу з порівняльно-педагогічним дослідженням.

Історичне дослідження генерує опис подій, які мали місце у минулому, та умови, що призвели до їх появи. Прикладом такого дослідження є документування еволюції програм підготовки учителів, по-

чинаючи з початку нинішнього століття, з метою пояснення історичних коренів сучасних освітніх програм на змістовому і процесуальному рівнях.

Порівняльне дослідження постачає інформацію щодо функціонування протягом відносно короткого відрізка часу різних географічно віддалених наукових шкіл чи освітніх систем. Прикладом такого дослідження є з'ясування фізичних умов функціонування шкільних споруд для того, щоб створити описовий профіль устаткування, яке використовується у сучасних навчальних закладах у різних регіонах чи країнах.

Прийнято також виділяти основні (підтверджувальні) і пілотні (розвідувальні), одноразові і тривалі (лонгітюдні), масові і одиничні (вибіркові), необмежені і обмежені педагогічні дослідження.

Розвідувальне (пілотне) дослідження виконується у ситуації, коли відчувається нестача теоретичного розуміння досліджуваного явища, тому об'єктами припущення є ключові змінні та їхні зв'язки. На противагу сказаному, підтверджувальне (основне) дослідження виконується тоді, коли дослідник розробив теоретичну модель, побудовану на теорії, попередніх дослідженнях чи спостереженнях, яка потребує перевірки шляхом збору та аналізу емпіричних даних.

Час є важливим елементом будь-якого дослідницького плану. Як наслідок, прийнято розрізняти одноразові дослідження, які передбачають одноразове обстеження та тривалі (лонгітюдні) дослідження, які передбачають щонайменше дворазове обстеження. Останні ділять на повторні обстеження і серії обстежень. Умовно повторні обстеження не перевищують 20 циклів обстежень, серії обстежень налічують більше, ніж 20 їх циклів.

До зазначеного необхідно додати, що до педагогічного дослідження можуть залучатися один або певна кількість об'єктів вивчення. Як наслідок, ведуть мову про одиничні (вибіркові) і масові дослідження. Вибіркове (одиничне) дослідження загалом передбачає два відмінні підходи. Перший полягає у глибинному дослідженні окремого учня, класу, школи тощо з метою опису середовища, що позначається на навчанні, а також взаємодії, що має місце між учнями та пов'язаними з ними особами. Другий підхід включає використання вибірки, що komponувалась без дотримання правил ймовірнісного вибору, і забезпечує результати, які не призначені в обов'язковому порядку, щоб бути поширеними на сукупність.

Про обмежені і необмежені дослідження зазначалось раніше.

Поряд з цим в дослідженні освітніх проблем виокремлюють фундаментальні і прикладні, теоретичні (бібліографічні та описові) і емпіричні (констатувальні, кореляційні, детермінантні) дослідження. Розглянуті дослідження є кумулятивними. Запитання, спрямоване на встановлення кореляційного зв'язку між змінними, передбачає їх попереднє вимірювання чи фіксацію; запитання, спрямоване на встановлення детермінантного зв'язку, передбачає, що змінні виміряно чи зафіксовано і що між ними встановлено кореляційний зв'язок. Як наслідок, детермінантні дослідження носять ознаки кореляційних та констатувальних, а кореляційні дослідження носять ознаки констатувальних.

У констатувальних дослідженнях фіксують те, що має місце. Опитування громадської думки лише з метою, щоб описати пропорцію людей, які дотримуються різних точок зору, є констатувальним дослідженням.

Кореляційні дослідження спрямовані на встановлення зв'язку між двома чи більшою кількістю змінних. Такі дослідження передбачають пошук зв'язків між змінними шляхом використання різних мір статистичного зв'язку. Встановлення зв'язку між точкою зору і статтю, між задоволенням роботою і факторами, що відображають проживання учителів, їхню заробітну плату, життєві права, придатність навчального обладнання тощо є прикладами такого дослідження.

Детермінантні дослідження спрямовані на те, щоб встановити чи позначається одна змінна на значенні іншої. Такі дослідження виконуються з метою перевірки зв'язку між змінними шляхом обстеження існуючого явища і пошуку відповідних даних для того, щоб встановити між ними правдоподібний наслідковий чи причинний зв'язки. Дослідження факторів, пов'язаних із виключенням учнів з навчального закладу, шляхом використання даних, одержаних із шкільних записів, протягом останнього десятиріччя, дослідження впливу рекламної кампанії на симпатії виборців є прикладами такого дослідження.

Усі види емпіричних досліджень можуть бути кількісними, якісними або категоріальними (залежно від типу даних). Детермінантні дослідження можна поділити на наслідкові та причинні. У першому випадку дослідник опрацьовує матеріал наслідкового характеру і намагається встановити для нього причини. У другому випадку дослідник маніпулює причиною і стежить за наслідками.

**Фундаментальне і прикладне педагогічне дослідження.** Капітал знань людство умовно ділить на фундаментальні та прикладні. Фундаментальні знання відображають головне, що лежить в основі наших знань про об'єкт вивчення; прикладні знання характеризують окремі аспекти об'єкта, що не є визначальними для його пізнання в

цілому. Фундаментальними називають знання, які одержують у результаті розв'язання наукової проблеми, не пов'язаної з задоволенням практичної потреби; прикладні знання, навпаки, зобов'язані своїм існуванням вирішенню практичної проблеми. Водночас незаперечним є той факт, що перші рано чи пізно практично використовуються, набуваючи при цьому ознак других, а прикладні знання згодом узагальнюються, нарощуючи капітал фундаментальних знань.

З урахуванням зазначеного прикладні педагогічні дослідження спрямовуються на розв'язання проблем, притаманних педагогічній практиці, фундаментальні дослідження присвячуються розв'язанню проблем, наявних у педагогічній теорії. У фундаментальних дослідженнях пізнаються засади функціонування педагогічних систем чи їх окремих елементів. У прикладних дослідженнях здійснюється пошук шляхів ефективного використання базисних засад у конкретних педагогічних об'єктах.

Загалом фундаментальні дослідження в педагогіці спрямовуються на з'ясування сутності освітніх явищ, знаходження прихованих основ педагогічної дійсності, пошук її наукового пояснення. На основі таких досліджень створюються теорії навчання і виховання, побудови змісту освіти, конструювання методів та організаційних форм навчання і виховання тощо. Прикладні педагогічні дослідження мають на меті усунення певних недоліків у практиці навчання чи виховання. Звісно, що вони не менш важливі, ніж фундаментальні. Адже важко заперечити важливість таких, наприклад, досліджень, як визначення причин неуспішності учнів і способів її запобігання, шляхів підвищення якості знань учнів та ін.

Наведений поділ є умовним, бо немає чітких критеріїв диференціації педагогічних проблем на глибинні і поверхові, широкомасштабні і вузько орієнтовані. Як немає підстав стверджувати, що розв'язання проблеми педагогічної практики нічого не додає до педагогічної теорії і навпаки. Насправді найчастіше дослідники мають справу з фундаментально-прикладними дослідженнями, які поєднують у собі ознаки першого і другого. Разом з тим, такий поділ є обґрунтованим, бо він відображає використання різних методологічних підходів в отриманні фундаментальних і прикладних знань, і доцільним, так як орієнтує дослідників на застосування відповідних методів і методик.

Потрібно зазначити, що як фундаментальне (як правило), так і прикладне педагогічне дослідження розпочинається з аналізу наявної навчально-виховної практики з метою зіставлення її результатів з тими, що відображають глобальні показники, локальні запити сьогодення, чи спрямованими у майбутнє орієнтирами. Невідповідність отримуваних і очікуваних результатів є свідченням наявності певної (чи їх низки) педагогічної проблеми. Глибинність проблеми визначає характер (фундаментальний чи прикладний) дослідження, яке потрібно виконати для того, щоб її розв'язати.

У зв'язку з тільки що сказаним потрібно зробити деякі зауваження. Перше: порівнювати можна будь-які показники, що характеризують соціальний, економічний, психологічний і педагогічний аспекти освітньої системи чи окремі її елементи на будь-якому рівні. Друге: наявність проблеми є свідченням необхідності доповнення системи новим (чи декількома) попередньо відсутнім елементом, заміни одного (чи декількох) елементів системи або заміни системи в цілому, тобто її



побудови на іншому принципі функціонування. Третє: залежно від того, на якому рівні аналізується освітня практика, виявлені проблеми діляться на прості і складні. Другі складаються з низки дочірніх проблем, які, в свою чергу, теж можуть бути складними і т.д.

Щоб зрозуміти відмінність між фундаментальними і прикладними дослідженнями, доцільно проілюструвати її прикладом. Якщо дослідник встановив, що виробничий досвід позитивно позначається на навчальних досягненнях, то він виконав фундаментальне дослідження, примножив знання у певній науковій галузі. Якщо він розробив робочу програму і перевіряє її вплив на навчальні досягнення, то він цим самим виконує прикладне дослідження.

Проміжне місце між фундаментальними і прикладними займають дослідження педагогів, пов'язані з їхньою навчальною діяльністю. У такого роду дослідженнях педагоги аналізують наявний стан, прогнозують шляхи його покращення і перевіряють зроблені припущення. Характерною ознакою таких досліджень є їх циклічність: спостереження, застосування, модифікація, оцінка, відображення, подальша модифікація.

**Теоретичне та емпіричне педагогічне дослідження.** Умовний поділ педагогічних досліджень пов'язаний також з характером використовуваних методів дослідження. В загальному випадку методи дослідження (способи взаємодії суб'єкта і об'єкта пізнання) ділять на теоретичні та емпіричні. Якщо в дослідженні використовуються лише теоретичні методи, то маємо справу з теоретичним дослідженням. У випадку використання лише емпіричних методів маємо справу з емпіричним дослідженням. На практиці і перше, і друге мають місце дуже рідко. Як правило, дослідник використовує як теоретичні, так і

емпіричні методи дослідження. Таке дослідження прийнято називати теоретично-емпіричним.

Більшість досліджень у педагогіці складаються з теоретичної та емпіричної частин. Емпірична частина пов'язана з організацією педагогічного процесу, управління ним та збором даних, що характеризують його протікання. Теоретична частина дослідження пов'язана з підготовкою до проведення емпіричної частини, опрацюванням отриманих даних та їх інтерпретацією. Відповідно формулюють завдання дослідження теоретичного та емпіричного характеру.

Загалом педагогічні дослідження є теоретичними у тому сенсі, що більшість з них пов'язана з розробленням, дослідженням і перевіркою теорій чи ідей, які дослідники виношують стосовно того, як функціонує світ. Але такі дослідження є також емпіричними, оскільки вони опираються на спостереження і обстеження реальності, тобто на те, як ми сприймаємо навколишній світ.

У класі теоретичних досліджень прийнято виокремлювати групи бібліографічних та описових досліджень. Описове дослідження переважно складається з опису подій, що мають місце у житті об'єкта вивчення, з особливою увагою до взаємодії індивідів у контексті соціокультурних норм, які сприймаються членами групи. Дослідник переважно частково бере участь у житті групи і використовує спостереження для розуміння взаємодії між її членами. Прикладом такого дослідження є детальний звіт про щоденні завдання і взаємодію на основі спостережень, зібраних дослідником, який отримав призначення помічника директора для того, щоб бути повністю включеним у щоденне життя школи. У такого роду дослідженнях ідентифікуються ознаки об'єктів вивчення. У бібліографічних дослідженнях на основі загальних прин-

ципів логічно розробляються певні теоретичні положення та їх практичні наслідки шляхом опрацювання наукових фактів. Вкладених у документальних джерелах.

Аналіз показує, що чим менш строгою є наука, тим значущішу роль відіграють у ній емпіричні дані. Дійсно, в науках, які використовують математичний апарат, багато результатів можна отримати теоретично на базі наявного емпіричного матеріалу. В науках, які не використовують належною мірою математичний апарат, до яких належить і педагогіка, емпіричні дані часто є єдиним способом підтвердження справедливості гіпотези і результатів теоретичного дослідження, так як відсутність загальноприйнятої аксіоматики і адекватного формального апарату не дозволяє навести належного обґрунтування без апелювання до них. Наприклад, чи можна апіорі сказати, що досліджувана методика вивчення навчального предмету є більш ефективною, ніж відомі попередні? Напевне, що ні до тих пір, поки вона не буде емпірично перевірена і результати її використання не порівнюються з результатами використання традиційних методик. Проте відкриття нового у процесі педагогічного дослідження – це в першу чергу результат роботи теоретичного мислення.

**Кількісне, якісне та категоріальне емпіричне педагогічне дослідження.** Залежно від типу даних, якими оперують, педагогічні дослідження ділять на кількісні, якісні та категоріальні. У кількісних дослідженнях мають справу з величинами, що характеризують об'єкти вивчення. Кількісні значення зазначених величин отримують у процесі вимірювання. Як правило, у такого типу дослідженнях дослідник шукає зв'язок між обмеженою кількістю характеристик, абстрагуючись від інших. При цьому вибирають такі характеристики, зв'язок між якими

помітний для експериментатора, тобто зміна однієї величини помітно позначається на значенні іншої величини.

Якісне дослідження виконують тоді, коли не можливо провести кількісне дослідження. Інколи дослідника просто більше цікавлять якісні ознаки явища, процесу тощо, ніж кількісна їх сторона. В якісних дослідженнях мають справу з властивостями об'єктів вивчення. Емпіричні дані у такого роду дослідженнях одержують у результаті фіксації якісної протяжності досліджуваних властивостей об'єктів вивчення.

У категоріальних дослідженнях ознаки досліджуваним об'єктам приписують на основі певних умовних домовленостей.

Потрібно мати на увазі, що реальне емпіричне педагогічне дослідження, як правило, носить ознаки кількісного, якісного та категоріального. Зазначене зумовлене тим, що у педагогічних дослідженнях для підвищення достовірності одержаних результатів та правильної їх інтерпретації поряд з показниками, які кількісно і якісно характеризують об'єкт вивчення і піддаються статистичному опрацюванню, бажано ідентифікувати його ознаки.

Загалом реальних педагогічних досліджень у чистому вигляді відповідно до висвітленої вище їх класифікації практично не буває.

**Етика педагогічного дослідження.** Однією з особливостей педагогічних досліджень є той факт, що вони передбачають безпосереднє чи опосередковане залучення людей. Це накладає особливий етичний відбиток на процеси планування і виконання дослідження, інтерпретацію та розповсюдження його результатів. А саме, у педагогічних дослідженнях дотримуються певних етичних норм. Зазначені етичні норми представлені низкою принципів та вимог.

Необхідно зазначити, що згода щодо ключових принципів, які мають лежати в основі педагогічних досліджень, поступово вироблялася у період з другої половини 40-х років до 90-х років ХХ ст. Дві знакові події виділяються як символи зазначеної згоди. Після закінчення другої світової війни стало відомо, що німецькі вчені використовували полонених як суб'єктів часто жахливих експериментів. У середині ХХ ст. дослідження сифілісу включало утримання від лікування відомим ефективним препаратом заражених чорношкірих американців. З урахуванням зазначеного стало ясно, що люди потребують захисту від того, щоб їх не використовували у небезпечних для здоров'я і життя експериментах.

Як наслідок, нині у педагогічних дослідженнях керуються такими принципами:

- Добровільна участь.
- Інформована згода.
- Відсутність ризику заподіяння шкоди.
- Конфіденційність інформації.
- Анонімність інформації.
- Право на послуги.

Зазначене вище потрібно розуміти так, що педагогічне дослідження має базуватися на згоді його учасників і не може заподіяти їм шкоди, а його результати без згоди учасників не можуть розголошуватися.

На основі перелічених принципів розроблено вимоги, яких необхідно дотримуватися у педагогічних дослідженнях:

- У плануванні дослідження етичні міркування мають слугувати вирішальним критерієм у компромісі наукових і людських цінностей, що пов'язані з дослідженням.

- Оцінюючи етичний бік дослідження, дослідник перш за все має виходити з констатації стану ризику, в якому перебуватимуть об'єкти вивчення.

- Інформація, отримана про учасників дослідження, є конфіденційною, якщо інше з ними не обумовлено заздалегідь.

- Якщо результати дослідження публікуються чи про них повідомляється на наукових форумах, має бути витримана вимога щодо анонімності учасників експерименту.

- Дослідні дані повинні зберігатися з дотриманням техніки безпеки. Де можливо, потрібно користуватися кодовою системою, щоб зруйнувати очевидність зв'язків між даними та індивідами.

- Учасники мають право на отримання результатів виконаного з їх участю дослідження.

- Якщо учасників дослідження знайомлять з його результатами, то обов'язково зазначають їх точність.

- До проведення дослідження дослідник вказує учасникам на обов'язки і відповідальність кожного з них і його як дослідника.

- Після того, як дані зібрані, дослідник інформує учасників про суть дослідження.

- Методологією дослідження може передбачатися приховування від учасників його мети тощо. У таких випадках дослідник має переконатися, що такі техніки виправдані, оскільки немає альтернативних.

- Дослідник не може нехтувати правом учасника відмовитися від експерименту до його початку чи вийти з нього у будь-який час.

- Дослідник відповідає за етичну атмосферу дослідження, виконуючи його одноосібно і тоді, коли він вдається до допомоги з боку асистентів, практикантів тощо.

- Дослідник захищає учасників експерименту від фізичного і психологічного дискомфорту, ушкоджень і небезпеки, що можуть виникнути в процесі дослідження. Якщо такий ризик можливий, то дослідник заздалегідь про це інформує учасників.

- Якщо дослідження призвело до небажаних наслідків для учасників, дослідник зобов'язаний їх ліквідувати.

Проте навіть за умови, що вироблено чіткі етичні принципи і вимоги, неминуче з'являються ситуації, коли заради точності результатів дослідження необхідно порушувати права потенційних його учасників. До того ж, жодний набір стандартів не може передбачити кожен етичну обставину. Для того, щоб діяти в таких умовах, інституції, які фінансують наукові дослідження, створюють експертні групи, які розглядають надіслані пропозиції на предмет дотримання етичних норм у запланованому дослідженні.

Загалом, щоб розпочати педагогічне дослідження, насамперед потрібно отримати дозвіл місцевого органу управління освітою на залучення до дослідження вибраного навчального закладу, після чого потрібно контактувати з керівництвом цього навчального закладу, щоб отримати дозвіл на контакт з його штатом та учнями. Не зайве отримати на проведення дослідження згоду батьків. Щоб отримати зазначені вище дозволи, важливо чітко викласти, якого характеру, з якою метою і на який відрізок часу потрібний доступ до суб'єктів навчально-виховного процесу.

Форма згоди на участь у дослідженні є обов'язковим атрибутом будь-якого дослідження з людьми. Така форма забезпечує інформацією потенційних суб'єктів відповідями на запитання, пов'язані з участю. Форма згоди завжди включає потенційні вигоди і втрати, що можуть мати місце, а також право виходу з дослідження у будь-який час без наслідків.

Доречно зазначити, що ми проходимо через період глибоких змін у розумінні етики педагогічних досліджень. З 90-х років ХХ ст. ситуація змінилася. Пацієнти, вражені раком та СНІДом, публічно борються з медичним істеблішментом проти тривалого часу, необхідного на доведення ефективності і повного дослідження потенційних ліків від цих фатальних хвороб. Раніше ми згодні були швидше заперечувати ліки до тих пір, поки не одержимо достатнього підтвердження їхньої ефективності, ніж піддавати ризику безневинних людей. Тепер люди, вражені зазначеними хворобами, заявляють, що хочуть бути об'єктами вивчення, навіть якщо експериментальні умови передбачають великий ризик. Створюються громадські організації, об'єднання людей, які виступають проти застарілих етичних норм, що захищають їх від залучення до досліджень у якості експериментованих.

Загалом стає зрозуміло, що нові етичні принципи, які неодмінно будуть вироблені за результатами бурхливих дискусій, що мають місце в останні роки, не будь екстремальними, а знайдуть собі проміжне місце між забороною проведення дослідів над людьми і дозволом на залучення до експерименту тих, хто цього бажає.

### **Запитання**

*\* До яких дій спонукає неоднорідність об'єктів вивчення у педагогічних дослідженнях?*



- \* З яких етапів складається типове педагогічне дослідження?
- \* Чому в педагогічних дослідженнях користуються моделями протікання педагогічних явищ?
- \* Як поділяють дослідження залежно від використовуваних методів?
- \* Яким критеріям відповідають вдалі запитання дослідження?
- \* Якими перевагами володіє апелювання до думки експертів у порівнянні із з'ясуванням поглядів звичайних індивідів?
- \* До чого потрібно прагнути в маніпулюванні побічними факторами в педагогічному дослідженні?
- \* Чим відрізняються досліджуване і недосліджуване запитання?
- \* Як в узагальненому вигляді формулюються мета і завдання педагогічного дослідження?
- \* Який із шляхів пошуку відповіді на запитання дослідження дає найбільш достовірні і надійні результати?

### **Завдання**

- \* Назвіть етичні вимоги до проведення педагогічного дослідження.
- \* Назвіть характерні ознаки прикладного педагогічного дослідження.
- \* Покажіть місце теоретичної і практичної компонент в теоретично-емпіричному педагогічному дослідженні.
- \* Проілюструйте кожну з етичних вимог до педагогічного дослідження конкретним прикладом.
- \* Сформулюйте етичні принципи виконання педагогічних досліджень.
- \* Визначте вибране Вами поняття на основі прикладу.
- \* Виокремте у наведеній освітній проблемі теоретичний і практичний аспекти.
- \* Наведіть приклад вдалого і невдалого запитання дослідження стосовно доцільності пошуку на нього відповіді.

- \* *Наведіть приклад вдалого і невдалого запитання дослідження стосовно потенційної можливості дати на нього відповідь.*
- \* *Наведіть приклад вдалого і невдалого запитання дослідження стосовно однозначного трактування використаних у ньому термінів.*
- \* *Наведіть приклад економічно-педагогічного дослідження.*
- \* *Наведіть приклад конституційного визначення.*
- \* *Наведіть приклад операційного визначення.*
- \* *Наведіть приклад освітньої проблеми.*
- \* *Наведіть приклад психолого-педагогічного дослідження.*
- \* *Наведіть приклад соціолого-педагогічного дослідження.*
- \* *Наведіть приклад управлінсько-педагогічного дослідження.*
- \* *Назвіть спільні ознаки, притаманні теоретичним педагогічним дослідженням.*
- \* *Назвіть характерні ознаки кількісного педагогічного дослідження.*
- \* *Назвіть характерні ознаки якісного педагогічного дослідження.*
- \* *Проілюструйте взаємну трансформацію фундаментальних і прикладних досліджень.*
- \* *Наведіть приклад фундаментального і прикладного педагогічного дослідження.*
- \* *Назвіть характерні ознаки фундаментального педагогічного дослідження.*
- \* *Назвіть позитивні і негативні ознаки покладання на думку сторонніх осіб у пізнанні педагогічних феноменів.*
- \* *Покажіть на прикладі, як в окремих випадках від недосліджуваного запитання можна перейти до декількох досліджуваних.*
- \* *Представте наведену для прикладу освітню проблему у вигляді одного чи декількох запитань.*

\* *Проілюструйте прикладом діалектику одиничного, особливого і загального у педагогічному дослідженні.*

\* *Сформулюйте запитання, відповідь на яке передбачає виконання описового педагогічного дослідження.*

### **§ 3. Філософський базис педагогічних досліджень**

**Базисне поле розв'язання освітніх проблем.** Етичні принципи і вимоги до педагогічних досліджень накладають на них певні обмеження, а саме не дозволяють досліднику планувати і виконувати такі дослідження, які можуть заподіяти шкоду його учасникам. Проте це не єдине обмеження, з яким стикаються дослідники освітніх проблем. У пошуку науково обґрунтованих відповідей на запити освітньої практики дослідники певним чином скеровуються усталеними орієнтирами освітньої політики, які є надбудовними щодо філософських базисних засад навчання, виховання і розвитку дітей. Слід зазначити, що ці засади, як і вектори освітньої політики не є статичними конструктами, раз і назавжди прийнятими. Час від часу вони змінюються, оскільки постійно переосмислюються уявлення людей про їхнє призначення, цілі виховання та засоби їх досягнення. На сучасному етапі розвитку людського суспільства освітню парадигму можна в найбільш стислому вигляді представити за допомогою трьох орт-векторів. Які новації не пропонувались би у системі освіти, вони неодмінно повинні сприяти розвитку пізнавальних здібностей, формуванню творчого потенціалу та диференціації психічних якостей учнів.

**Диференціація навчально-виховного процесу.** Проблема диференціації освіти тісно пов'язана з проблемою її рівності. Слід зазначити, що питання рівності в освіті було, є і буде одним з найбільш дискусійних питань освітньої політики. Категорія рівності справедливо займає центральне місце в освітній політиці, оскільки слугує одним із засобів реалізації гуманістичного принципу організації навчально-виховного процесу. Філософське трактування терміну *рівність*, а також аналіз практики реалізації цієї засадничої тези в навчально-

виховному процесі свідчать про те, що, як і в більшості явищ суспільного буття, в методологічному розв'язанні проблеми рівності в освіті можливі два альтернативні підходи.

Перший з них знаменує рівність освітнього рівня. Тобто рівність матеріалізується у формі єдиних нормативних документів (навчальних планів і програм) та дидактичних матеріалів (підручників, посібників тощо). З першого погляду кидається у вічі відсутність факторів суб'єктивного характеру (тих, хто навчає, і тих, кого навчають), що суттєво позначаються на досягненні кінцевого результату – рівного освітнього рівня індивідів. І якщо взяти до уваги той факт, що як педагоги, так і учні суттєво відрізняються між собою за здатністю навчати і навчатися, то наміри органів управління освітою забезпечити однаковий освітній рівень школярів видаються не більше, ніж декларативними. Як бачимо, однакового освітнього рівня усім учасникам навчального процесу за умови запровадження однакових норматив не забезпечити, а тому набуває актуальності розгляд альтернативного тлумачення рівності в освіті.

У другому підході за основу береться відповідність освітнього рівня рівню потенційних можливостей учнів і наголошується на тому, що забезпечення рівності в освіті – це надання однакових можливостей для отримання освіти, відповідної до наявних пізнавально-творчих здібностей. Зазначена стратегія у порівнянні з попередньою видається більш гуманною, бо мета не може виправдати будь-які засоби: хіба приносить навчання радість тим, хто опановує навчальні програми з вимогами, що суттєво не відповідають наявним потенційним можливостям.

Разом з тим, ахіллесовою п'ятою зазначеного підходу є вікова варіативність пізнавально-творчих здібностей індивідів. Для одних і тих же осіб одні і ті ж програмні вимоги у різні періоди їхнього життя можуть видаватися як заниженими, так і завищеними. Інерційність системи освіти залишає практично мізерні шанси для мобільного переходу школярів з одного освітнього рівня на інший (що краще відповідає наявним у них на даний час

пізнавальним і творчим здібностям). То ж, прикріплення ярлика на початку навчальної траєкторії і організаційна складність реальних можливостей для його заміни насправді є ознакою відсутності (хоч і прихованої) рівності в освіті у цьому її трактуванні.

Зазначене вище є свідченням того, що категорія *рівності в освіті* має аналізуватися не з погляду абстрактних декларацій, а з точки зору можливостей її практичної реалізації. Ні перший, ні другий підходи не витримують цього критерію.

Засаднича теза компромісного розв'язання педагогічних проблем приваблива і могла б, навіть, повноправно претендувати на статус освітньо-технологічної парадигми. Бо й справді, як свідчить історія, настанови педагогіки освітній практиці тоді виявлялися ефективними, коли у сутнісному вимірі вони знаходились між двома альтернативами. Крайні, діаметральні підходи до розв'язання проблем освітньої практики ідеологічно забарвлені, короткотривалі, періодично змінюють один одного, в той час як істина знаходиться десь між ними. Розглядаючи проблему рівності в освіті крізь призму щойно зазначеного, доходимо висновку щодо необхідності поступитися абсолютною строгістю категорії *рівність* на користь її відносного тлумачення. Таким чином, залишивши на узбіччі магістрального руху в реалізації гуманістичної тези демократичного принципу рівності в освіті *ідею рівної освіти для всіх*, спробуємо звузити суб'єктний континуум і довести можливість досягнення освітньої рівності (у першому або другому її трактуванні) в межах окремих суспільних (учнівських) страт.

Вибраний підхід породжує проблему оптимального (з точки зору реалізації ідеї рівності освіти у межах виділених страт) вибору ознаки поділу школярів на групи. Її, безперечно, потрібно шукати серед найсуттєвіших чинників якості підготовки: соціальний статус, економічне становище тощо. Проте відпадає потреба у розлогіх міркуваннях, щоб збагнути, що соціально гомогенні групи втрачають свою однорідність внаслідок дії фактора розумо-

вих здібностей учнів. Аналогічне можна сказати і про економічно гомогенні групи тощо. А це означає, що практично реалізувати ні першу, ні другу стратегію досягнення рівності в освіті для окремих учнівських страт не можливо.

Водночас, якщо все, що викристалізувалось у процесі еволюційних змін, слугує прогресивному розвитку суспільства, то на забезпечення однакових умов з метою досягнення максимально можливого відмінного освітнього рівня потрібно дивитись як на генератор поступального руху суспільства, його рушійну силу. Зробивши зазначений висновок, можна було б поставити крапку. Однак крапку потрібно замінити двокрапкою хоча б з тієї причини, що розв'язання зазначеної проблеми на методологічному рівні породжує проблему наслідків диференціації навчально-виховного процесу.

На перший погляд може видатися, що немає ніякої шкоди, крім користі, від того, що навчальні заклади прагнуть до того, щоб майже ідентичні на вході школярі виявились зовсім різними на виході. Насправді, розв'язавши проблему в такий спосіб, потрібно бути готовим вирішувати наступну (моральної деградації школярів) і готуватися до наслідків суспільної стратифікації на основі параметрів розумового розвитку індивідів.

Народна мудрість радить з-поміж двох бід вибирати меншу. Проблеми гальмування суспільного розвитку і моральної деградації незначної частки членів суспільства різного масштабу і глибини. Раз так, то набагато легше віднайти ефективні педагогічні засоби розв'язання проблеми в другому випадку, ніж у першому. І такі засоби відомі. Аналіз результатів психолого-педагогічних досліджень проблеми виховання обдарованих і талановитих школярів засвідчують, що моральні рецидиви, пов'язані з диференціацією навчально-виховного процесу, можна упередити.

Тепер щодо суспільної стратифікації. Суспільна більшість споконвіку бажає соціальної ідентичності. Разом з тим, хочеться сподіватись, що в царині наукового усвідомлення суспільних процесів людство більше ніколи не впаде

в утопічну ущелину суспільної гомогенності. Суспільство було, є і буде стратифікованим. Така його природа, в цьому рушійна сила його розвитку. Проблема лише в тому, чи відповідає природна основа поділу суспільства на групи наявній стратифікаційній формі, суть якої визначається не тільки природною доцільністю, а й сектантськими інтересами окремих його груп. І знову дві крайності. З одного боку, темп розвитку суспільства, з іншого боку – соціальна злагода між членами його страт. Чим поступитися, чому віддати перевагу? Можливості людини волонтаристськи керувати у цьому місці функціонуванням суспільства надто скромні. Вони або не відчутні, або короткочасні. Суспільна стихія могутня і невблаганна. То ж варто збагнути цей факт, углядіти його фазу і вибрати відповідний напрям вектора освітньої політики.

**Розвиток пізнавального потенціалу учнів.** Розвиток пізнавальних здібностей учнів завжди знаходився на вістрі освітніх цілей. Водночас монопольне панування марксистського трактування сутності пізнавальної діяльності у гносеології, що слугувала філософською канвою в організації навчального процесу, суттєво знижувало ефективність розумового виховання учнів. Тому, модернізуючи філософські підвалини досліджень освітніх явищ, потрібно насамперед позбутись ідеологічної оболонки, випещеної апологетами марксизму докола філософських систем немарксистського толку, під іншим кутом зору побачити те, що донедавна апріорі вважалось хибним, позбавленим будь-якого раціонального зерна. Це актуально у той час, коли вітчизняна педагогічна теорія та освітня практика вириваються з темряви тоталітарного режиму та її теоретичного остову – діалектичного та історичного матеріалізму. Це злободенно тому, що педагогічна думка і система освіти України виходять за межі національних кордонів і рухаються до європейського і світового теоретичного і практичного освітнього простору, побудованого на ідеологічно не деформованих філософських засадах. Це об'єктивно необхідно з тих причин, що філософські основи організації навчання і виховання змінюються (у найкращому

разі) резонансно до коливань ідеальної субстанції Всесвіту (світорозуміння), а тому не можуть бути раз і назавжди визначеними, закріпленими; у пошуку відповіді на вузлові питання пізнавальної діяльності філософські системи (як свідчить ретроспективний аналіз) міняють одна одну, асимптотично наближаючись до істини.

Чи можемо ми, з врахуванням зазначеного вище, обмежитись, вибудовуючи філософські засади пізнавальної діяльності учнів, матеріалістичною тезою “від живого споглядання до абстрактного мислення і від нього до практики...”? Чи можемо ми, володіючи, на наш історично обмежений погляд, достеменними знаннями чогось, надавати їм статус абсолюту? Чи прагнемо ми з раціональних зерен філософських систем минулого вибудувати сучасну гносеологію, а не задовольнятись еклектичними конструкціями з їх уламків. Ні. А тому настав час подивитись на домінуючі філософські системи як на конструктивний матеріал у побудові підвалин модернізації пізнавальної діяльності.

Усі дослідження пізнавальної діяльності ґрунтуються на припущеннях стосовно того, як сприймається світ, і як ми у найкращий спосіб можемо зрозуміти його. Звичайно, ніхто не знає, як ми найкраще можемо зрозуміти світ, тому філософи протягом двох тисячоліть сперечаються з приводу цього. Нам не залишається нічого іншого, як проаналізувати погляди тих філософів, які найчастіше використовуються у рекомендаціях з приводу найкращого розуміння світу. Філософські течії інструменталізму, неопозитивізму, феноменології, екзистенціалізму та неотомізму, без сумніву, претендують на роль пріоритетних об'єктів нашого переосмислення механізмів пізнавальної діяльності та її результатів. Звичайно, за такого підходу на узбіччі опиняються релятивізм, суб'єктивізм, герменевтика, конструкціонізм, фемінізм тощо.

Навчання, як відомо, – пізнавальна діяльність. То ж, шукаючи шляхи і засоби підвищення ефективності навчального процесу у контексті розвитку пізнавальних здібностей учнів, дослідник не може не враховувати результатів



новітніх досліджень, пов'язаних з механізмами пізнавальної діяльності. Джерелом сучасних поглядів на механізми пізнавальної діяльності, безперечно, слугують філософські концепції гносеологічного змісту, представлені щонайменше переліченими вище течіями.

*Інструменталізм.* На рубежі XIX і XX ст. Дж. Дьюї виступив засновником так званого прогресивного напрямку в педагогіці, який впродовж десятиліть панував у системі освіти США. Уся діяльність людини, в тому числі й інтелектуальна, розглядається ним (за своєю суттю) як пристосування. У зв'язку з цим функція інтелекту полягає не в тому, щоб копіювати об'єкти оточуючого світу, а швидше в тому, щоб встановлювати шляхи, якими у майбутньому можна створити найбільш ефективні відношення з ними. Згідно з Дж. Дьюї, завдання пізнання полягає не у відкритті незмінної, вищої і досконалої реальності, а у винайденні способів використання набутого досвіду в людських цілях та інтересах.

На думку Дж. Дьюї, пізнавальний досвід починається і закінчується у бутті речей. Зазначений філософ визнає такі елементи досвіду як резистивність та примусовість, що є ознакою диференціації об'єктивного і суб'єктивного у ньому. Досвіду притаманна залежність від сил, що перебувають поза нашим контролем. Проте людина не тільки усвідомлює свою залежність від невідомих сил, а й вірить, що ідеальні можливості матимуть місце в її житті, а отже, її відношення із світом з часом ставатимуть розумнішими; така віра набуває характеру релігійності і не може бути розхитана успіхом науки.

Дж. Дьюї вважав, що якби світ був абсолютно стійким, то дії людини регулювалися б такими ж незмінними звичками і традиціями. Проте характерною ознакою світу є випадковість; у ньому безперервно відбуваються зміни, і виникає дещо непередбачене, він таїть для нас небезпеку, труднощі і проблеми. За таких умов незмінні звички не спрацьовують, і, щоб вийти із скрути, ми маємо звернутися до більш досконалого інструменту, яким є інтелект, основна

функція якого, згідно з Дж. Дьюї, знайти найбільш вдалий спосіб розв'язання наявної проблеми. Проблема у Дж. Дьюї асоціюється із сумнівом. Більше того, згідно з ним, дослідження має своїм початком сумнів і закінчується створенням умов, які ліквідовують необхідність сумніву.

В інструменталізмі Дж. Дьюї істина визначається як корисність ідеї. Причому для Дж. Дьюї істина завжди конкретна. Він намертво прив'язує її до тієї ситуації, в якій вона появилася, бо кожна ситуація унікальна. Як результат, вік істини короткий, істина – це актор, який виконує свою роль один єдиний раз. При цьому автор допускає, що результати попередніх пошуків можуть бути використані в майбутніх дослідженнях, але лише в якості можливих інструментів, придатність яких заздалегідь не очевидна. Дж. Дьюї також переконаний у тому, що наукові поняття не є розкриттям реальності, вони мають лише операційне значення, тобто перетворюються в інструменти і плани дій. Усе це не означає, що інструменталізм виключає можливість теорії як знання загального. Водночас будь-яке загальне специфікується конкретним, причому настільки, що у кожній конкретній ситуації ні інше конкретне, ні загальне не можуть працювати. Тому знання в інструменталізмі – це знання часткового. Оскільки результати попереднього дослідження можуть слугувати інструментами наступного, то цим забезпечується неперервність, але не наступність знань. Єдиний процес людського пізнання дробиться у Дж. Дьюї на нескінченну кількість часткових проблем з їх частковими розв'язками і частковими відносними істинами.

У дослідженні Дж. Дьюї виділяє п'ять етапів:

1. Відчуття труднощів чи сумніву. Труднощі мають місце там, де на шляху до мети стоїть перешкода. Сумнів виникає тоді, коли шлях щонайменше роздвоюється. Як у першому, так і в другому випадку індивід змушений розв'язувати проблему, оскільки рухатися прямим (логічним) шляхом неможливо. То ж, дослідження розпочинається з усвідомлення ситуації неможливості лінійної екстраполяції способів дій. Бар'єр у наведеному описі

уособлює суперечність, роздвоєність – заплутаність ситуації. У ситуації лінійної екстраполяції способів дій маємо справу з логічною задачею. У ситуації множинного вибору – з комбінаторною, тоді як у ситуації подолання суперечності – з творчою задачею.

2. З'ясування характеру проблеми. З'ясування суті проблеми передбачає виявлення причини наявності декількох можливих шляхів або відсутності жодного явного шляху досягнення поставленої мети. Іншими словами, це усвідомлення кінцевої мети з точки зору наявних умов її досягнення. У випадку творчої задачі проблема полягає у конфлікті між існуючими умовами і бажаним результатом, між метою і засобами її досягнення; в такому випадку предметом мислення є пошук членів, які, будучи поміщеними між метою і наявними засобами, узгоджують їх між собою.

3. Пошук проміжних ланок. На цьому етапі відбувається висунення гіпотези щодо можливого розв'язання проблеми. Гіпотеза – це перехід від того, що дано, до того, чого немає; тому в ній завжди прихований ризик щодо правильності розв'язання проблеми. Зазначене припущення має спиратися на усі доступні для спостереження ознаки проблемної ситуації. На думку Дж. Дьюї, у будь-якій проблемній ситуації мають місце такі сторони, які можуть бути встановлені шляхом спостереження; вони якраз і утворюють умови розв'язання проблеми. Можливий розв'язок – це узагальнення даних спостереження або висновків, молодших на один порядок.

4. На цьому етапі висунута гіпотеза піддається критичному аналізу з точки зору її якомога повнішого обґрунтування, розглядаються емпіричні висновки, які з неї витікають.

5. Експериментальна перевірка висунутої гіпотези. Міркування показують, що якщо прийняти певну гіпотетичну ідею, то матимуть місце відповідні наслідки. Тому перевірка гіпотези відбувається або завдяки простому спостереженню, або шляхом експерименту з метою, щоб побачити, чи матимуть місце теоретично прогнозовані результати.

*Неопозитивізм* ототожнює буття з тим, що доступне науковому пізнанню. Те, що не піддається спостереженню, позбавлене наукового сенсу. Пізнаним можна вважати лише те, що відкриває можливість свого використання у процесі конструювання. Як бачимо, неопозитивістський підхід виріс на ґрунті практицизму, який утилітарно оцінює науку і прагне вихолостити з неї світоглядні висновки чи, щонайменше, зробити їх нешкідливими. Неопозитивізм, безперечно, своїм корінням виростає з позитивізму.

Позитивізм – це філософська течія, згідно з якою мета науки – описати феномен, який досліджується. Мета науки – склеювати те, що ми можемо спостерігати і вимірювати. Знання поза цими межами є неможливими. Більше того, досліджувати можна лише те, що можна безпосередньо спостерігати і вимірювати. З позитивістської точки зору наука розглядається як шлях усвідомлення світу з тією метою, щоб можна було прогнозувати і контролювати його. Світ – детермінований, ним управляють причинно-наслідкові закони, які можна розгледіти, якщо застосувати науковий метод. Науковий метод передбачає формулювання теорій, які можна перевірити. На основі одержаних результатів можна дійти висновку, що теорія не відповідає емпіричним даним, а тому потребує перегляду, щоб краще прогнозувати реальність. Спостереження і вимірювання – серцевина наукової діяльності. Науковий метод будується на ключовій ідеї пізнання законів шляхом маніпулювання незалежною змінною і спостереження за змінами залежної змінної.

Неопозитивізм – це не м'який перегляд позитивістської позиції, а відхилення головних тез позитивізму. Зокрема неопозитивізм стоїть на позиції, що мислення, яким послуговується вчений, і мислення, яким ми послуговуємося у повсякденному житті, не є принципово відмінними.

Однією з найпростіших форм неопозитивізму є критичний реалізм. Критичний реаліст вважає, що є реальність, незалежна від наших думок про неї, і наука, здатна її вивчити. Він визнає, що спостереження помилкові, а теорія підлягає перегляду. У той час, коли позитивіст стверджує, що мета науки –

відкрити правду, критичний реаліст констатує, що мета науки – стійко просуватися у напрямі до істини, навіть якщо ми ніколи до неї і не дійдемо.

Оскільки усі вимірювання містять помилку, то наголошується на важливості багаторазових спостережень, використанні тріангуляції. Неопозитивісти також вважають, що усі спостереження теоретично обтяжені, а вчені деформовані культурною практикою, світовою точкою зору і т.д. Проте це не є причиною для того, щоб впадати у відчай. Наявність різних точок зору не означає, що вони не можуть трансформуватися.

Ми будемо бачення світу на основі нашого сприйняття. Але, оскільки сприйняття і спостереження є помилковими, наші конструкти не можуть бути досконаліми. Таким чином, об'єктивність не є індивідуальною характеристикою, вона є соціальним феноменом. Об'єктивність – це те, до чого багато дослідників намагаються дійти, коли вони взаємно критикують результати досліджень. Об'єктивності не можна досягти, але до неї можна наближатися все ближче і ближче. Найкращий шлях наближення до об'єктивності – залучення до дослідження якомога більшої кількості дослідників та взаємна критика одержаних ними результатів. Теорії, які переносять такий інтенсивний розгляд, нагадують види, які виживають в еволюційній боротьбі. Таким чином, знання проходить через етапи варіативності, відбору та утримання.

Неопозитивізм формувався на базі теоретичних узагальнень певних емпіричних фактів. Насамперед це висновки, пов'язані з відкриттям неевклідових систем геометрії (М. Лобачевський, Я. Больяї, Г. Ріман), а також різних систем формальної логіки (Я. Лукасевич, Е. Пост, Л. Брауер). У філософській системі неопозитивізму були використані також окремі положення спеціальної та загальної теорій відносності. У цій філософській системі в якості емпіричної основи використано принципи неспостережуваності, доповнюваності та невизначеності В.-К. Гейзенберга. Теоретичними джерелами неопозитивізму вважають принципи верифікації, конвенціоналізму та фізикалізму.

Згідно з принципом верифікації твердження є істинним, якщо воно підтверджується фактами, і якщо можна вказати уявні факти, які, якщо вони були б реальними, це твердження спростовували б; твердження є хибним, якщо воно спростовується фактами, і якщо можна вказати уявні факти, які, якщо вони були б реальними, це твердження підтвердили б.

К. Поппер запропонував вважати відсутність дослідного спростування гіпотези свідченням не на користь її істинності, а лише виправданості, в той час як дослідне спростування гіпотези свідчить про її хибність. Цей підхід аналогічний тому, що був застосований ще Ф. Беконем, який виходив з того, що окремих дослід не доводить остаточно законів природи, зате нерідко їх суттєво підриває. К. Поппер вірно підмітив і ту обставину, що теорія втрачає наукове осмислення не тоді, коли її не можна підтвердити відомими способами і, навіть, не тоді, коли відомі способи її спростування, а тоді, коли з'ясовується, що друге неможливе в принципі, тобто ця теорія підтверджується будь-якими фактами, бо з цього випливає не тільки те, що її неможливо перевірити, але й те, що майбутні факти, якими вони не були б, її в принципі не чіпають, так як вона сумісна з кожним з них. Із зазначеного вище випливає, що немає жодного положення науки, яке не можна було б у майбутньому спростувати. А це веде в кінцевому результаті до погляду на розвиток науки як на нескінченний ряд розрізнених фактів, кожний з яких призводить до повної відміни попереднього. Іншими словами, К. Поппер заперечує діалектику переходу від відносних істин до абсолютної. Він же висуває апіорні критерії оцінки наукових теорій: змістовності, логічної ймовірності і простоти. Крім названих апіорних критеріїв, К. Поппер вводить апостеріорні критерії: підтвердженість, істинність і правдоподібність.

Згідно з І. Лакатосом, застарілі наукові теорії не відкидаються через фальсифікацію, а витісняються. Теорія  $T$  витісняється, якщо запропоновано альтернативну їй теорію  $T_1$ , яка має більший, ніж у  $T$  емпіричний зміст і здатна

пояснити попередні успіхи  $T$  у передбаченні нових фактів, тобто експериментально підтверджений зміст  $T$  наявний в  $T_1$ .

Т. Кун виступив проти неопозитивістського логіцизму групи К. Поппера. На його думку, розвиток знань являє собою ритмічну зміну нормальних станів науки, у рамках яких виводяться наслідки (тобто сукупність панівних у дану епоху основних наукових уявлень, понять, концепцій) з наявної парадигми, і здійснюється революційний стрибок до нової парадигми.

Згідно з принципом конвенціоналізму твердження науки є результатом довільної угоди. При цьому конвенціоналісти оперують незалежністю понять і законів, що вводяться в науку, від її змісту. В інтересах конвенціоналізму намагаються використати і той факт, що інколи одну і ту ж теоретичну систему можна побудувати, виходячи з різного набору аксіом. Джерелами конвенціоналізму слугують різні системи геометрії, факт внутрішньої несуперечності різних систем формальної логіки, коваріантність законів фізики відносно будь-яких перетворень координат, парадокс Ф. Гонсета (бібліографу великої бібліотеки доручено скласти бібліографію усіх тих бібліографій, які не вказують у своєму змісті себе самих; бібліограф не в змозі визначити, чи потрібно до списку включати назву тієї бібліографії, яку він складає) тощо.

Однією з характерних ознак конвенціоналізму є так званий “принцип терпимості” Р. Карнапа, згідно з яким можна терпіти будь-яку вибрану рішенням суб’єкта несуперечливу логічну систему. У виборі угод конвенціоналісти вказують на мотиви інтелектуального задоволення, простоти, звички повсякденного життя тощо. Потрібно зазначити, що принципу конвенціоналізму суперечить теорема Г. Геделя, згідно з якою для кожного достатньо багатого засобами логіко-математичного числення існують істини, що виражаються в його термінах, але формально у ньому не вивідні. Звідси випливає факт існування істин, які не залежать від суб’єкта, що побудував дане числення, і які, звісно, не можуть бути продуктами угоди. Ці істини вста-

новлюються в процесі суспільної практики людей. Конвенціоналізм є результатом абсолютизації можливості відносно вільного вибору аксіом, вихідних понять і, навіть, правил виводу при побудові дедуктивних теорій і підлягає критиці не за визнання свободи у формальних побудовах, а за ігнорування існування меж, в яких ця свобода має місце.

Для фізикалізму характерне прагнення об'єднати усі науки на основі універсальної мови, в якості якої сподівались побачити мову математичної фізики. Р. Карнап прагнув адекватно перекласти опис предметів у термінах спостережень у речення, що складаються виключно з термінів, які використовуються у фізиці. Такий підхід він намагався застосувати для усіх наук без винятку, навіть стосовно соціології і психології.

Загалом в епоху неопозитивістського погляду на науку достовірність не розглядають як щось досяжне. Висновки, які роблять за результатами досліджень, носять ймовірнісну природу; дуже рідко їх розглядають як такі, що стосуються усіх випадків. З іншого боку, статистика стає настільки домінантною у дослідженнях, що дослідники приписують певні ймовірності ситуаціям, які вони вивчають.

*Феноменологія.* Е. Гусерль вважає істинним те, що видається таким для кожного окремого індивіда; отже, скільки людей – стільки й істин. Ознакою істинності слугує очевидність. Очевидність є деяка абсолютна межа, до якої асимптотично наближається ймовірнісне знання. На думку Е. Гусерля, істинне абсолютне. Як наслідок, зазначений філософ вважає, що істина володіє абсолютною обов'язковістю. Очевидність як критерій істинності є безпосереднім усвідомленням обов'язковості, достовірністю примусовості того чи іншого положення. Істинне знання, на думку Е. Гусерля, надзвичайно рідкісне явище. Згідно з ним, істинне і пізнане не є синонімами. Природничі закони є лише ідеалізуючими фікціями, аподиктичними ймовірностями. Жоден з таких законів не пізнається апіорі, тобто з усвідомленням його очевидності. Зок-



рема, хоча закон тяжіння уже неодноразово підтверджувався індуктивно, жодний природодослідник не вважає його абсолютно істинним законом.

На думку феноменологістів, криза науки означає, що поставлена під сумнів її істинна науковість, тобто спосіб, за допомогою якого в науці формулюються проблеми і розробляються методи їх розв'язання. У другій половині XIX ст. позитивні науки панували над світоглядом людини і, видавалось, обіцяли йому процвітання. Проте ця виняткова влада науки залишала в тіні ту важливу обставину, яка є вирішальною для людини: односторонні фактичні науки створюють тільки фактичну людину. В той час як нормальна людина хоче мати відповіді на запитання стосовно смислу чи відсутності смислу всього людського існування. Якщо наука на подібні запитання не дає відповідь, то це є ознакою її кризи, тільки не в аспекті науковості, а духовної прагматичності.

Філософи феноменологічної школи вважають, що побороти зазначені кризові явища можна завдяки використанню феноменологічного методу пізнання дійсності. У феноменології елементами потоку переживань виступають феномени. У кожному феномені Е. Гусерль бачить своєрідну цілісність. У перекладі з грецької феномен означає “себе-у-самому-собі виявляюче”. Це поняття відрізняється від того, що прийнято називати явищем. Явище, згідно з М. Хайдеггером, це повідомлення про щось таке, що само себе виявити не може. Явище розглядається у пізнанні як засіб і цікавить дослідника саме тому, що вказує на дещо, що лежить поза ним – сутність. Пізнання феномена безпосереднє, швидше за все інтуїтивне. Якщо нас цікавить не сам феномен, якщо ми дивимось на феномен лише як на засіб, то тим самим він виступає для нас як явище, яке саме собою для нас не цікаве. Якщо ж ми намагаємося шукати дещо, що знаходиться за явищем, якщо в ньому самому ми бачимо мету нашого дослідження, тоді ми зможемо побачити все те, що звикло не помічаємо. Очевидно, що такий метод значно ближчий до художнього способу пізнання світу, ніж до наукового.

Застосування феноменологічного методу пізнання пов'язане з використанням феноменологічної редукції, суть якої полягає в тому, щоб послідовно викоринити природну установку свідомості і спрямувати увагу на саму свідомість, на її структуру, звільнивши свідомість від усього емпіричного. Феноменологічна редукція включає два етапи:

1. Ми поміщаємо у дужки увесь реальний світ, а також наявні знання про нього (ейдетична редукція).

2. Ми поміщаємо у дужки усі судження і думки про свідомість.

Загалом феноменологічне пізнання передбачає:

1. Відновлення довіри до безпосередньо даного, до інтуїтивно-споглядальних процесів свідомості.

2. Усвідомлення можливості інтуїтивно-споглядального бачення сутності.

3. Звернення до феномена, його очищення (редукування) і використання для входження у потік свідомості, для свідомої активізації елементів стихійного саморозкриття сутності, що першоосново знаходиться у свідомості.

*Екзистенціалізм.* Один з основоположників екзистенціалізму М. Хайдеггер стверджує, що пізнання є не діяльністю, а спогляданням. Зрозуміло, що мова тут йде не про емпіричне споглядання, а про споглядання феноменів трансцендентальної свідомості. На відміну від традиційної раціоналістської філософії, яка вбачає критерій істинності мислення в очевидності того, про що мислиться, М. Хайдеггер наполягає на тому, що істинне мислення не керується принципом очевидності і є швидше за все вслуховуванням. Істина, за М. Хайдеггером, стільки ж відкриває, скільки і скриває буття. Згідно з зазначеним філософом, якщо голос буття буде почутий, то конкретні рішення прийдуть самі собою. У сучасну епоху суб'єктивізму людина звикла думати, що вона усі проблеми в змозі вирішити сама. Насправді тільки відкритість буття може допомогти їй здобути знання. М. Хайдеггер руйнує понятійний спосіб мислення, прагнучи відродити дологічну, нерозчленовану мову, найб-

лижче до якої знаходиться мова поетів. Не випадково, що предметом досліджень пізнього М. Хайдеггера стає головним чином поезія: на відміну від понятійного мислення, спосіб, яким поет виражає себе у своєму творі, найбільше відповідає хайдеггерівському визначенню мислення як вслуховування. Для нього мислити – означає бути поетом. М. Хайдеггер сумує з приводу того, що міфологічне мислення витіснилося науковим. На думку зазначеного філософа, поетична (художня) мова володіє більш досконаліми, ніж наукова, засобами для вираження емоційного світу людини. Якщо метафізика пов'язана з “технічним” утилітарним відношенням до існуючого, то “первинне” відношення – це відношення інтимне, глибоко особисте. М. Хайдеггер ідеалізує патріархальні відносини селянина, ремісника до свого вузького, обмеженого, але особистого світу. Цей світ доступний не дискурсивному мисленню, а особистому почуттю і може бути виражений не в логіці понять, а в поетичних символах.

Екзистенція, будучи джерелом мислення, є тим, що не об'єктивується. А оскільки пізнавати можна те, що є об'єктом, постільки екзистенція не може бути предметом пізнання. “Той, в якості кого я себе знаю, не є істинно я сам”. Ясперсове визначення екзистенції як необ'єктивованої реальності побудоване на використанні суттєвих труднощів, які виникають перед людиною у процесі пізнання власного суб'єктивного світу. К. Ясперс заявляє, що людина до кінця не може бути пізнаною, завжди є певний залишок – екзистенція. Згідно з К. Ясперсом, істинне те, що можна повідомити іншому, а точніше те, повідомлення чого іншому об'єднує мене з ним. Наука не може дати абсолютного знання, бо вона не може вийти за межі предметного буття і доторкнутися до трансценденції. Істина є особистою, а тому для кожної людини своя. Істину не можна трактувати як відповідність об'єктивному стану речей, бо таке визначення істини передбачає членування суб'єкта і об'єкта і має силу тільки для науки.

Г. Марсель твердить, що мислення бере початок у почуттях, пов'язаних з необхідністю подолання перешкод і обмежень у реалізації бажань індивіда. У зв'язку з цим, проблема є дещо, що стоїть на шляху і знаходиться у сфері логічного. Таїнство – це дещо, що захоплює індивіда, сутність чого тому повністю йому не розкривається. Як наслідок, зазначений філософ розглядає абстрагування й узагальнення як велике філософське зло. Він закликає відмовитися від абстрактного мислення і повернутися до конкретного, одиничного, індивідуального – від істотного до окремих істот у їх різноманітності, з усіма відмінними ознаками.

На думку Ж.-П. Сартра, достатньо відмовитися від прагнення, і ситуація перестає бути перешкодою, внаслідок чого індивід здобуває свободу. Утвердження свободи як безумовного принципу знаменує розрив з детермінізмом, раціоналізмом. Свобода трактується Ж.-П. Сартром у дусі повного індетермінізму. Свобода ставить людину поза закономірностями і причинними залежностями, вона виражає розрив з необхідністю. Свобода не терпить причини. Теперішнє не перебуває у закономірному зв'язку з минулим, а майбутнє з теперішнім. Свобода – це вибір, тільки не реальної можливості, а відношення до даної ситуації.

*Неотомізм.* Наріжним каменем неотомістської філософської системи слугує постулат гармонійної єдності віри і знання. Релігійна віра і раціональне знання, стверджують томісти, не суперечать одне одному, не виключають одне одного, а за правильного використання доповнюють одне одного. Джерело віри в кінцевому випадку – божественне одкровення. Істини, отримані з цього джерела, абсолютні. Джерело раціонального знання – розум людини. При всій його недосконалості немає підстав нехтувати ним і відкидати його. Однак за своєю природою він скінчений, обмежений. Не все підвладне людському розуму, і не завжди на нього можна покластися. Існують істини, які людський розум опанувати не може, одкровення відкриває нам таємниці буття, які недоступні розуму.

Таким чином, існують два нерівноцінні джерела знань: знання, навіяні божественним одкровенням через віру, і нижчі знання, які здобуваються засобами людського розуму. Констатуючи два шляхи пізнання істини, неотомізм стверджує безумовний примат віри над розумом. Знання, здобуті природним шляхом, потребують постійного контролю з боку віри, що володіє знаннями, здобутими надприродним шляхом. Віра не тільки розширює межі розуму, але й являється кінцевим безапеляційним критерієм істини.

Фактично неотомісти засуджують фідеїзм за недооцінку людського розуму, нехтування ним і раціоналізм за неправомірну претензію визнавати розум верховним суддею у питаннях істини, за людську гординю, що покладається на розум як на єдиного надійного поводиря на шляху до істини.

Згідно з К. Тремонтаном, буття можна поділити на сотворене і не сотворене. Буття має свої пізнавані і непізнавані частини. Пізнати можна тільки сотворене.

Як бачимо, в неотомізмі стверджується обмеженість людського розуму і наявність істин, які за своєю природою недоступні для раціонального пізнання. Це божественні, надприродні істини, які можуть бути предметом віри і за своєю сутністю знаходяться поза межами досяжності для науки. Те, що не можна пізнати розумом, потрібно збагнути вірою. Пізнати – це довести існування чогось, опанувати – це повірити у сутність чогось. Пізнати можна тільки “як”, пізнати “чому” не можна, його можна тільки збагнути вірою. Чим більше людина знає відповідей на запитання “як”, тим більша у неї жадоба відповісти хоча б на одне “чому”.

**Формування творчої особистості.** Тривалий час дотримувались тієї думки, що пізнавальні здібності індивіда є запорукою того, що він залише після себе помітний слід у формі нововведень чи організаційних змін. Згодом з'ясувалось, що пізнавальні здібності відповідають за виконання репродуктивних функцій; для продуктивної діяльності їх недостатньо, вони мають бути доповнені творчими здібностями. Отримані результати кардинально вплинули

на освітню парадигму. Незабаром той час, коли теоретичні положення, що впливають з нової освітньої парадигми, матеріалізуються в навчально-виховному процесі шляхом залучення учнів до розв'язування посильних творчих задач, заохочення у них творчого підходу до розв'язування проблем (пропагування оригінальних розв'язків тривіальних задач), що веде до розвитку творчого потенціалу школярів та формування умінь його практично використовувати поряд із засвоєнням ними певної суми фактів та практичних умінь, розвитком пам'яті, логічного мислення тощо. Розвиток творчих здібностей учнів набуде статусу одного з принципів організації навчально-виховного процесу.

Проте уже сьогодні, відкинувши спекуляції щодо того, чи всі індивіди наділені творчими здібностями й можуть за сприятливих умов розвинути їх до рівня, необхідного для розв'язання завдань, що супроводжується отриманням об'єктивної новизни, навчально-виховний процес потрібно підпорядковувати розвиткові творчого потенціалу школярів. Розвиток творчих здібностей відповідає інтересам учнів, держави та людського суспільства в цілому.

Відомо, що творча особистість, індивід з швидким, гнучким, оригінальним та критичним мисленням, багатою уявою, мобільною пам'яттю тощо значно краще пристосовується до побутових, виробничих та соціальних умов, ефективніше їх використовує і змінює відповідно до власних уподобань, переконань тощо. Доведено також, що творча діяльність є найефективнішим стимулом і засобом розвитку широкого спектру психічних якостей особистості. Залучення учнів до творчої діяльності розкриває перед ними горизонти людських можливостей і сприяє адекватному визначенню місця на широкому полі людських знань, умінь та здібностей, оскільки в творчості людина реалізує в усій повноті власний потенціал.

У розвитку творчих здібностей школярів зацікавлена держава. У випадках відсутності чітко окресленого способу розв'язання тієї чи іншої проблеми

(що є наслідком низького рівня розвитку творчих здібностей того, хто її розв'язує) вдаються до простого перебору логічно ймовірних її розв'язків – методу проб і помилок. Аналіз засвідчує його широке використання у розв'язанні науково-технічних проблем. Водночас про ефективність цього методу можна судити, якщо взяти до уваги, що дві третини з усіх науково-технічних розробок припиняються на етапі випробування дослідного зразка; із тих розробок, що дійшли до впровадження, вісімдесят п'ять відсотків застосовуються виключно на одному підприємстві, і лише два відсотки із загальної кількості впроваджених розробок використовуються на п'яти і більше підприємствах. Не важко уявити наслідки, до яких призвело б використання методу проб і помилок у розв'язанні окремих проблем організаційно-соціального характеру. До зазначеного потрібно додати, що держава зацікавлена у підвищенні трудової активності населення, оскільки з нею пов'язані продуктивність та якість праці. Найвищим рівнем розвитку трудової активності є творча активність, що виражається у прагненні індивідів підвищувати зазначені характеристики трудового процесу та його результату, що неможливо без розвинених до певного рівня творчих здібностей.

У розвитку творчих здібностей особистості зацікавлене і суспільство в цілому. Людство вимагає від кожного з нас розвивати власні творчі здібності, оскільки одним із шляхів, що веде до співіснування в поляризованому світі, є наша здатність проїнятися гордістю за національну культуру і повагою до інших культур, що можливе лише за умови володіння відповідним творчим потенціалом. З іншого боку, прогрес людського суспільства пов'язаний з творчістю кожного з його членів. Прийдешні покоління творитимуть, стоячи на плечах наших сучасників, і від того, якої висоти в творчому розвитку сягне попереднє покоління людей, залежатиме та висота, на яку піднімуться їхні нащадки. Більше того, творчі можливості людства визначаються рівнем розвитку творчого потенціалу усіх його попередніх поколінь. А тому темп і напрям руху людського суспільства визначаються тим, наскільки сильним запа-

лом попереднє покоління зарядить творчу силу наступного; у випадку від'ємного приросту творчого потенціалу людству не минути свого трагічного майбутнього.

Зрештою, залучення школярів до творчої діяльності є запорукою реалізації одвічного родового прагнення людини бути вільною. В нашому випадку вільною у виборі змісту, організаційних форм, методів навчання тощо. Тривалий час в якості ідеологічної догми слугувала теза, згідно з якою свобода ототожнювалася з пізнаною необхідністю. Новітнє усвідомлення сутності буття спростовує зазначений утилітарний підхід і підводить під концепцію свободи творче підґрунтя. Згідно з ним, без творчості немає свободи, як без свободи немає продуктивної творчості. Оскільки свобода в навчально-виховному процесі – це наріжний камінь демократичної освітньої політики, то будь-яка педагогічна система, що базується на засадах гуманізму і зорієнтована передусім на потреби особистості, має передбачати сукупність шляхів і засобів, націлених на розвиток творчих здібностей учнів.

Водночас досі однією з найбільш прихованих таємниць буття є відповідь на запитання, як людський мозок знаходить проблеми та їх розв'язки. Суть дилеми полягає в тому, що людське суспільство щонайменше не знає випадків, коли б людина, не володіючи необхідним обсягом знань, створила новий технічний пристрій чи запропонувала нову технологію; тим часом можна мати енциклопедичні знання з певної галузі техніки і при цьому не запропонувати жодної оригінальної ідеї. Сказане означає, що знання є необхідною, але не достатньою умовою для творчої праці. Останні дослідження свідчать про те, що описаний вище феномен має місце не тільки в технічній, а й у науковій, організаційній та художній діяльності людини. І все це з тієї причини, що якщо навіть є можливість визначити множину ймовірних розв'язків задачі, а також спосіб її перегляду (для більшості задач це можливо), то складність залишається в тому, що для нетривіальних задач повний перегляд можливих розв'язків стає нереальним через надто великий розмір області по-



шуку. В результаті комбінаторного вибуху задачу можна розв'язати лише за умови суттєвого обмеження (звуження) області пошуку, переважно до такої міри і таким чином, що розв'язування втрачає ознаки перегляду можливих способів розв'язання.

### **Запитання**

- \* *Які філософські системи варто взяти до уваги в процесі побудови підвалин модернізації пізнавальної діяльності?*
- \* *Які фактори визначають актуальність переосмислення традиційного для вітчизняної освіти і науки підходу до трактування сутності пізнавального процесу?*
- \* *Яка роль пізнання згідно з філософською системою Дж. Дьюї?*
- \* *За яких обставин людина вдається до послуг інтелекту?*
- \* *Які ознаки приписуються істині в інструменталізмі Дж. Дьюї?*
- \* *Що є запорукою того, що наукові теорії можуть виконувати прогностичну функцію?*
- \* *Чи можна погодитись з тезою, що пізнання є впорядкуванням, порівнянням і зведенням одних фактів до інших?*
- \* *Які об'єкти неопозитивісти вважають пізнаними?*
- \* *На якій ідеї будується принцип фізикалізму?*
- \* *В чому, на думку феноменологістів, причина наукової кризи?*
- \* *Як Ви розумієте термін “екзистенція”?*
- \* *Що є істинним в екзистенціалізмі?*
- \* *Як Ви розумієте “вслуховування” М. Хайдеггера?*
- \* *Що характерне для індетермінізму Ж.-П. Сартра?*
- \* *Що є критерієм істини в неотомізмі?*
- \* *Що можна і чого не можна пізнати на думку неотоміста?*
- \* *До чого потрібно прагнути у реалізації рівності в освіті?*
- \* *Якими наслідками супроводжується диференціація в освіті?*
- \* *Які індивіди залишають після себе помітний слід у житті?*
- \* *Що спонукає людей розвивати власні творчі здібності?*

- \* Чому в розвитку творчих здібностей школярів зацікавлена держава?
- \* Що є запорукою досягнення людиною свого одвічного родового прагнення бути вільною?

### **Завдання**

- \* Проілюструйте вплив філософського розуміння процесу пізнання і його результатів на характер освітньої політики.
- \* Проілюструйте доцільність запровадження запропонованого Дж. Дьюї поділу процесу наукового пізнання у дослідженні педагогічних явищ.
- \* Доведіть, що теорія І. Лакатоса не виключає кумулятивності знань.
- \* Доведіть, що згідно з неопозитивізмом знання прогресують у напрямі збільшення їх парадоксальності.
- \* Розкрийте принцип верифікації.
- \* Розкрийте неопозитивістську концепцію К. Поппера.
- \* Покажіть місце конвенціоналізму в філософській системі неопозитивізму.
- \* Розкрийте критерій істини у феноменології.
- \* Проілюструйте використання феноменологічної редуції.
- \* Розкрийте суть кожного з етапів феноменологічного пізнання.
- \* Наведіть приклад того, як “відкритість буття” сприяє пізнанню.
- \* Проілюструйте відмінність між проблемою і таїнством.
- \* Назвіть джерела ірраціонального і раціонального знання.
- \* Доведіть обмеженість раціонального і необмеженість ірраціонального знання.
- \* Проілюструйте продуктивність органічної єдності божественного одкровення і раціонального пізнання.
- \* Назвіть підходи до трактування рівності в освіті.
- \* Доведіть нереалізованість ідеї рівності в освіті.
- \* Доведіть, що розвиток творчих здібностей особистості відповідає інтересам людського суспільства.

*\* Розкрийте необхідну і достатню умови продуктивної творчої діяльності.*

#### **§ 4. Методологічні засади пізнання освітнього середовища**

**Методологічні принципи і підходи, методологія.** Плануючи дослідження, дослідник насамперед вирішує, які факти потрібно зібрати для об'єктивної відповіді на запитання дослідження. Визначившись із фактами, він з'ясовує, в який спосіб і з використанням якого інструментарію їх можна зібрати.

Спосіб збору фактів разом з відповідним інструментарієм репрезентує використаний метод дослідження. Добираючи методи дослідження, специфіка і послідовність використання яких диктується конкретністю дослідницької ситуації, дослідник керується загальними рекомендаціями щодо адекватного їх використання з метою отримання достовірних фактів.

Загальні (стратегічні) орієнтири, базис дослідницького пошуку на етапі збору, опрацювання та інтерпретації фактів прийнято формулювати у формі принципів наукового пізнання. Оскільки зазначені принципи позначаються на доборі методів дослідження, послідовності їх використання тощо, то їх природно назвати методологічними принципами. Виокремлення методологічних принципів наукового пізнання базується на припущенні, що пізнавальний процес, у якій науковій галузі він би не здійснювався, має деякі спільні ознаки. Разом з тим, практика свідчить, що реалізація деяких методологічних положень є варіативною стосовно наукових галузей, що робить доцільним виокремлення відповідних методологічних підходів. В ієрархії методологічних засад наукового пізнання верхній рівень належить методологічним принципам. Поверхом нижче у методологічній піраміді знаходяться методологічні підходи, на основі яких будуються наукові дослідження у різних галузях знань (педагогіка, психологія, соціологія, політологія, економіка тощо). Аналіз

показує, що методологічні принципи і підходи до організації наукової діяльності є відносно статичними конструктами.

Поведінку дослідника у конкретній ситуації визначають мета його дослідницької діяльності, поставлені перед ним завдання, характер об'єкта дослідження та середовища, в якому він функціонує, тощо. Методологічні принципи і підходи, конкретизовані специфікою мети і завдань наукового пошуку та його об'єкта, утворюють методологію дослідження. В цьому сенсі методологія – система положень, які визначають способи організації теоретичної і практичної (в нашому випадку пізнавальної) діяльності. Коректне використання терміну “методологія пов’язане із засадами, на основі яких будується методика дослідження, тобто відбираються його методи і прийоми, визначається їх послідовність.

Як бачимо, методологія дослідження є динамічним конструктом, вона змінюється залежно від характеру запитання, на яке потрібно дати відповідь у процесі наукового пошуку. Більше того, якщо у практичній задачі є кілька варіантів розв’язку, то методологічно вибирається той, який найбільше задовольняє існуючу освітню політику, не суперечить і найкраще відповідає на даному етапі більш загальним основам розвитку людського суспільства. Методологія дослідження – це стратегічний задум пізнання об’єктивної реальності, що відображає специфіку взаємозв’язку досліджуваного феномена і способів отримання інформації про нього. Тактична реалізація зазначеного стратегічного задуму уособлюється з методикою дослідження. Методика дослідження – сукупність пізнавальних засобів (методів і прийомів), розташованих у певній послідовності. Методика дослідження завжди відбиває ту або іншу методологію.

Мають місце випадки, коли дослідник, плануючи дослідження, не надає належного значення його методології і розпочинає процедуру планування з розроблення методики дослідження. Проте навіть за таких обставин його наукова діяльність об’єктивно у своїй методиці завжди реалізує певну методоло-

гію. Водночас для послідовної й плідної реалізації методології дослідження істотно, щоб вона була усвідомлена й, будучи усвідомленою, не перетворювалася у форму, що накладається механічно на конкретний зміст наукової діяльності, а розкривалася в закономірностях заломлення методологічних принципів і підходів у об'єкті вивчення, що перебуває у стані безперервного розвитку.

Доречно зауважити, що методологія наукового пізнання тісно пов'язана з його епістемологією. Епістемологія на теоретичному рівні вказує, як отримуються знання про світ. Методологія фокусується на практичних шляхах (методах), які використовуються з метою пізнання світу.

Потрібно зазначити, що чітке уявлення про методологічні параметри дослідження і точне їх формулювання – необхідна, але не достатня умова високої якості наукової роботи. Недостатньо правильно сформулювати методологічні засади дослідження, їх потрібно ще й реалізувати. Між формулюванням і реалізацією сформульованого дистанція великої протяжності. Але якщо немає чітких методологічних орієнтирів дослідження, неприємності у процесі його виконання обов'язково підстерігають.

**Методологічні принципи наукового пізнання.** Методологічні принципи наукового пізнання формулюються в околі гносеологічних положень філософської системи. Розглянуті раніше філософські системи достатньо впорядковані для того, щоб претендувати на продукування власних методологічних принципів наукового пізнання. При цьому слід зазначити, що методологічні потуги їх розробників у практичному сенсі не були такими ж ефективними, як у теоретичному. Як наслідок, жодна із зазначених раніше філософських течій не запропонувала універсальних, вивірених і продуктивних методологічних принципів наукового пізнання. Тому, не зважаючи на суттєву ревізію марксизму та критику його окремих положень, нині при розробленні методологічних принципів наукового пізнання послуговуються (і не безуспішно) законами діалектики. Більше того, зрозуміти й відобразити

об'єкт вивчення у його власному розвитку й реальних відносинах, що його опосередковують, можна тільки застосувавши закони діалектики. Діалектика виступає як знаряддя пізнання усіх проблем усіх галузей науки на всіх етапах наукового дослідження. Вона визначає позицію дослідника, є основою організації процесу пізнання та інтерпретації його результатів. Будуючи наукове дослідження на діалектичних засадах, постулюють зв'язок між об'єктами і явищами природи та суспільства, розглядають їх у розвитку, визнаючи його причиною єдність і боротьбу протилежностей, що у них містяться, і констатуючи факти постійного нагромадження кількісних змін та їх переходу в якісні і діалектичного заперечення. Зазначене вище дозволяє виокремити наступні методологічні принципи наукового пізнання.

*Взаємозв'язок теорії і практики* – проблеми шукають у практиці, розв'язують теоретично і застосовують отримані розв'язки у практичній діяльності.

*Принцип конкретності істини.* Абстрактної істини немає. Істина завжди конкретна. Це означає, що досліджуване явище потрібно розглядати з урахуванням конкретних умов, бо те, що має місце за одних умов, може бути позбавлене будь-якого сенсу за інших умов. В.І.Ленін з цього приводу писав: «Сочинить такой рецепт или такое общее правило...которое бы годилось на все случаи, есть нелепость. Надо иметь собственную голову на плечах, чтобы в каждом отдельном случае суметь разобратся» (ПСС, т. 41, с. 52). Методологічний принцип конкретності істини вимагає скрупульозного аналізу умов, в яких отримано результати, бо саме за детального їх опису їм можна надати статусу конкретної істини. За інших умов результати могли б бути зовсім іншими.

*Принцип причинності* – довільний стан об'єкта вивчення має свою причину і наслідок.

*Принцип розвитку* – немає нічого вічного, крім змін об'єктивної дійсності і законів, за якими відбуваються ці зміни; універсальною причиною зазначе-

них змін слугує єдність і боротьба протилежностей, притаманних об'єктам і явищам оточуючої дійсності.

*Принцип суперечності* – процесам і явищам притаманна взаємодія внутрішніх протилежних сторін.

*Принцип єдності якості і кількості* – об'єкти оточуючої дійсності якісно відрізняються один від одного; ті, що не відрізняються якісно, відрізняються мірою прояву даної якості, тобто кількісно; дослідження кількісних характеристик дозволяє встановити якісні відмінності, оскільки накопичення кількісних відмінностей призводить до виникнення нової якості.

*Принцип заперечення* – виникнення нового не можливе без діалектичної взаємодії істинного і хибного; істинне сьогодні було хибним учора і стане хибним завтра.

*Діалектична єдність загального, особливого та одиничного* – у науковому дослідженні рухаються від часткового через особливе до загального і повертаються назад до часткового.

*Єдність динамічного і статичного.* Об'єкти вивчення в основному настільки хронологічно мінливі, що дослідження їх впродовж тривалого відрізка часу позбавлене об'єктивної достовірності і сенсу. У дослідженні таких об'єктів внаслідок обмеженої точності отриманих результатів також існує ризик у встановленні закономірних зв'язків між характеристиками, оперуючи даними, отриманими протягом коротких часових інтервалів. Зазначений ризик, безумовно, більш небезпечний тоді, коли дослідник ставить за мету екстраполювати отримані результати, прогнозуючи протікання явищ чи процесів у майбутньому. Як наслідок, у дослідженні таких об'єктів поєднують динамічний і статичний підходи, дані, отримані впродовж тривалого і короткого часових інтервалів.

*Принцип моделювання.* Реальні об'єкти дослідження, як правило, настільки складні, що дослідити їх у повному обсязі властивостей неможливо. Для того, щоб зробити можливим процес дослідження, реальні об'єкти

необхідно насамперед спростити. Спростення здійснюється шляхом побудови ідеальної моделі об'єкта дослідження. Моделювання слугує важливим засобом виокремлення із всієї сукупності властивостей об'єкта найбільш важливих, суттєвих, інваріантних. При цьому кожний ідеалізований образ має обмежену сферу предметного співвіднесення, відображає модельований об'єкт у певному відношенні; в протилежному випадку він був би не моделлю, а дублікатом. Модель схожа з реальним об'єктом лише у певному відношенні і створюється вона для порівняння з ним лише у цьому відношенні.

Використання моделювання пов'язане з тим, що функціонування більшості об'єктів дослідження залежить від багатьох факторів. Щоб пізнати їх, потрібно одержати велику кількість дослідних результатів. Виділити головне у таких результатах на основі їх систематизації та узагальнення часто непросто. Тому численну і різноманітну інформацію намагаються "стиснути" у деяке абстрактне поняття – модель.

Моделювання, крім зазначеного вище, – заміна об'єкта вивчення його прототипом. До таких дій вдаються тоді, коли об'єкт вивчення з певних причин недоступний для безпосереднього дослідження або його безпосереднє дослідження не вигідне з економічних міркувань тощо. У такому випадку один з аналогічних об'єктів (модель) піддається дослідженню в якості імітації іншого (оригіналу), а отримані знання про модель слугують необхідними засновками для висновку за аналогією про оригінал. Тобто об'єктом вивчення вибирається модель, а результати дослідження переносяться на оригінал. Як бачимо, моделювання – це і опосередковане дослідження об'єктів вивчення, безпосереднє дослідження яких неможливе, ускладнене чи недоцільне. А саме, застосування принципу моделювання у зазначеному контексті дозволяє досліджувати не об'єкт вивчення, а допоміжну штучну або природну систему, яка знаходиться в деякому об'єктивному відношенні з ним, здатна його замінити в певному відношенні і яка дає в кінцевому рахунку інформацію про модельований об'єкт. Загалом в описаному випадку моделювання передбачає вибір або ство-



рення моделі, дослідження на моделі об'єкта вивчення, перенесення знань з моделі на оригінал завдяки суттєвій подібності і несуттєвій відмінності між ними.

У цілому, під моделлю розуміють уявну або реальну систему, котра, відтворюючи об'єкт дослідження, здатна спростити чи замінити його і стати джерелом інформації про нього. Найістотніша функція моделі – виконання ролі засобу пізнання, який можна застосовувати як до дослідження самого оригіналу, так і до подібних до нього об'єктів.

Моделі бувають матеріальними (макети, механізми), ідеальними (рисунок, схеми, креслення), знаковими (формули) і набувають форми просторового аналогу, математичного чи особливим чином побудованого словесного опису. Моделі ділять на такі основні групи:

- геометричні – передають геометричну подібність без відображення суті явищ, які відбуваються;
- фізичні – зберігають подібність основних фізичних процесів досліджуваного явища;
- математичні – реалізують математичну подібність.

Найбільш поширеними у наукових дослідженнях є фізичні та математичні моделі.

Фізичне моделювання дає можливість замінити у процесі дослідження складні предмети, явища і процеси більш простими і досліджувати на основі цього замість реальних об'єктів їх прості замінники. При цьому вони дають можливість наочно спостерігати за багатьма реальними процесами чи явищами. За допомогою фізичних моделей стає можливим вивчати вплив окремих параметрів на досліджувані об'єкти.

Математичні моделі дозволяють кількісно досліджувати процеси і явища, які важко піддаються вивченню на фізичних моделях. Математичним моделюванням можна передбачити властивості або поведінку досліджуваного об'єкта. Математичні моделі можуть мати індуктивне чи дедуктивне походження. При

індуктивному моделюванні відкривається зв'язок між певними величинами, емпіричним шляхом встановлюється його характер, обирається певна математична модель такого зв'язку, яка перевіряється дослідним шляхом. При дедуктивному моделюванні дослідник відштовхується від певної гіпотези про деякий заздалегідь постульований набір кількісних відношень між розглядуваними змінними, а також від деякого набору умов, що визначають правила вибору тих чи інших з можливих відношень у різних можливих випадках. Після цього підбирається формула, що представляє структуру такої системи. Інтерпретована у змістових термінах, вона розглядається як модель досліджуваного процесу. За допомогою таких моделей можна пропонувати абстрактну схему деяких дій у певних ситуаціях; вони допомагають розставляти знайдені емпіричним шляхом факти у пропонованій теоретичній системі.

Доводиться констатувати, що у дослідженні освітніх проблем математичні моделі застосовується рідко. Серед нечисленних прикладів можна назвати функцію зв'язку між силою подразника та інтенсивністю відчуття, криву забування, залежність між кількістю вправ і об'ємом засвоєних знань. Моделі, що використовуються у педагогіці для опису процесу навчання, відображають тільки найпростішу, гранично схематизовану його структуру. Незначне збільшення кількості факторів у цьому процесі чи введення нелінійних залежностей робить модель надзвичайно складною, що важко піддається математичному дослідженню і видається практично незастосовною.

Останнім часом у педагогічних дослідженнях знаходять широке застосування графи і матриці. З їх допомогою аналізують структуру навчального матеріалу, з'ясовують взаємні зв'язки соціальних явищ. Застосування графів дозволяє вирішувати проблеми оптимальної структури тематичних планів навчальних предметів, зв'язків між предметами та темами у межах одного предмета, наступності у навчанні, плануванні навчального процесу тощо. Графом називається геометрична конструкція на площині, яка складається з

вершин і орієнтованих ліній, що з'єднують деякі з вершин. Лінія позначається за допомогою простих дужок, в яких пишуть номери вершин, в якій вона починається і в якій закінчується. Шляхом у графі називається така послідовність ліній, при якій кінець попередньої лінії співпадає з початком наступної. Шлях позначається квадратними дужками з номерами вершин у порядку їх слідування. Замкнений контур – це шлях, у якого початкова вершина співпадає з кінцевою. Зв'язки у графі представляють у вигляді прямокутної таблиці – матриці. Порядок матриці рівний кількості вершин графа. Якщо з вершини  $i$  у вершину  $j$  направлена лінія, то елемент  $a_{ij}$  позначається одиницею (1); якщо лінія направлена з вершини  $j$  у вершину  $i$  – нулем (0). При аналізі, наприклад, структури теми “1” і “0” отримують таку інтерпретацію: якщо при вивченні теми  $B$  використовуються відомості з теми  $A$ , то відповідний елемент матриці отримує значення “1”, якщо відомості не використовуються, – 0.

При математичному моделюванні виникають похибки трьох видів:

- первинна похибка – через розбіжність між дійсним значенням фізичної величини та її розрахунковим значенням, прийнятим при розробленні моделі;
- вторинна похибка – через неточність відтворення на моделі модельованих величин (розрахункових значень) і похибки вимірювання;
- принципова похибка – через неповне врахування у моделі факторів, що впливають на досліджувані процеси (наприклад, зумовлених наближеним моделюванням замість точного).

Моделювання ґрунтується на теорії подібності. Подібними називаються явища, в яких параметри усіх процесів (повна подібність) або найбільш суттєвих при даному дослідженні (неповна подібність) у будь-який момент часу і у будь-якій точці простору відрізняються від відповідних параметрів іншого явища у певне (постійне) число раз, яке називають масштабом. Подібність явищ може бути фізичною і математичною. У фізично подібних явищах всі процеси (основні для даного дослідження) мають однакове фізичне походжен-

ня. У математично подібних явищах процеси мають різне фізичне походження, але описуються однаковими рівняннями.

Стандартних рекомендацій щодо вибору і побудови моделей не існує. Головне, щоб модель відображала сутність досліджуваного об'єкта. Несуттєві фактори, зайва деталізація, другорядні явища тільки ускладнюють модель, роблять її громіздкою. Тому модель повинна бути оптимальною за своєю структурою, бажано наочною, але головне – достатньо адекватною, тобто описувати закономірності досліджуваного об'єкта з потрібною точністю. Звичайно, що при побудові моделі слід враховувати всі особливості об'єкта, який вона повинна замінити.

Можливості моделювання значно розширюються у зв'язку з використанням електронно-обчислювальної техніки, особливо у тих випадках, коли недоцільно або неможливо відтворити натуральні об'єкти на матеріальних моделях, оскільки виготовлення останніх пов'язане із значними витратами коштів і часу. Зазначене, безперечно, стосується й освітніх процесів.

Тому під моделями найчастіше розуміють штучні системи, які відтворюють предмети, явища і процеси, що вивчаються. Моделюються інженерні конструкції, технології, хімічні реакції, біологічні процеси, екологічні ситуації, економічні зв'язки, суспільні системи, живі організми, соціальні структури та ін.

Потрібно мати на увазі, що модель ніколи не буває тотожною з оригіналом. У процесі моделювання досліджуваний об'єкт певним чином спрощується. Тому, підкреслюючи ефективність використання моделювання в наукових дослідженнях, варто пам'ятати, що його використання не завжди здатне надати точну інформацію про об'єкт дослідження. Складність педагогічних об'єктів (їх залежність від впливу багатьох факторів) робить необхідною для їх пізнання ідеалізацію у вигляді моделей, водночас моделювання педагогічних об'єктів утруднює відкриття закономірних зв'язків, їм притаманних.

Доречно вказати на неприпустимість перебільшення ролі моделювання, особливо математичного, у дослідженні освітніх проблем. Хоча в емпіричних дослідженнях освітніх проблем часто використовують термін “ модель ” і кожне системне представлення вважають моделлю, не всюди і завжди для пояснення педагогічних явищ доцільно конструювати різного роду моделі. Сконструйовану модель слід вважати вдалою, якщо з її допомогою можна пояснити встановлені експериментальним шляхом факти або якщо вона дозволяє передбачити існування ще не встановлених фактів і дати поштовх для цілеспрямованих пошуків.

*Принцип системності.* Розкрити принцип системності у наукових дослідженнях неможливо без з'ясування сутності системи. Спостереження показують, що об'єкти пізнання переважно являють собою системи різного походження і різного ступеня складності. З точки зору філософії система – множина елементів, які знаходяться у зв'язках між собою, завдяки чому утворюється певна цілісність. Система – це цілісність, в якій елементи так тісно пов'язані між собою, що виступають стосовно оточуючого їх середовища та інших систем певною єдністю. Під системою розуміють сукупність елементів, що функціонують на основі внутрішньо притаманних їй законів існування.

Термін “система“ використовується з давніх часів і охоплює перелік об'єктів різного походження: сонячна система, система числення, виробнича система тощо. Розвиток поняття ” система “ має тривалу історію. Перші уявлення про систему виникли в античній філософії, яка запропонувала тлумачення системи як упорядкованості і цілісності буття. Зокрема Евклід, Платон, Аристотель розглядають ідею системності знання. В XVI – XVII ст. зазначена ідея знаходить відображення в працях Б. Спінози та Г. Лейбніца. Системна природа знання розробляється І. Кантом й Г. Гегелем. Пізніше поняття системи почали застосовувати в математиці, механіці тощо. Поступово воно увійшло у різні галузі науки. Знайшло застосування поняття системи і в

педагогіці: система навчання, система виховання, система трудового навчання, система методів навчання, система завдань тощо. Загальна теорія систем розглядається в працях Л. Берталанфі, Н. Вінера, У. Ешбі.

Зазнавши змін, поняття системи у середині ХХ ст. стає одним з провідних філософсько-методологічних і спеціально-наукових термінів. Під системою розуміють упорядковану сукупність якісно визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія, спрямована на досягнення певної мети. Як бачимо, поняття системи ґрунтується на трьох положеннях:

- система утворюється сукупністю (множиною) елементів, що мають зв'язки між собою;
- ця сукупність утворює єдине ціле, тобто вилучення одного з елементів сукупності порушить властивість цілісності;
- утворене сукупністю елементів єдине ціле має певну мету або призначення, властиве для всієї сукупності елементів, а не для їх комбінації.

Елемент системи являє собою таку її частину, яка не підлягає подальшому поділу, щоб виконувати властиві для неї функції. Так, елементами системи “автомобіль”, якщо розглядати його як множину агрегатів, будуть двигун, коробка передач, система зчеплення, задній міст тощо. Звісно, що кожний з цих елементів автомобіля можна розібрати на дрібніші складові частини, але вони вже не будуть забезпечувати відповідних функцій кожного із вказаних агрегатів. Отже, можна вважати, що на певних етапах дослідження елементи системи можуть розглядатись як безструктурні.

Між елементами системи існують зв'язки. Вони можуть бути двох видів: першого і другого порядку. Так, система дорожнього руху складається з таких елементів: дорога, автомобіль, водій, дорожні знаки. Зв'язки дорога – автомобіль, автомобіль – водій, водій – дорога слід вважати зв'язками першого порядку, тому що при відсутності хоча б одного з них не виконується функція системи. У той же час зв'язок водій – дорожні знаки є додатковим, тому що

він спрямований на упорядкування дорожнього руху, тобто на покращення функціонування всієї системи.

Будь-яка система існує (функціонує) у середовищі, що її оточує. В реальній дійсності немає абсолютно ізольованих або відокремлених систем. Середовище завжди впливає на внутрішній стан системи. Цей вплив відбувається за допомогою певних факторів. Вплив факторів зовнішнього середовища на систему характеризують екзогенними величинами. У свою чергу система не може бути нейтральною до зовнішнього середовища. Її вплив на зовнішнє середовище характеризується значенням ендогенних величин. Наприклад, будь-який виробничий процес можна розглядати як економічну систему, елементами якої є люди, техніка, технології, інформація тощо. Вхідними величинами такої системи є енергія, сировина і матеріали, попит на продукцію і т. ін., вихідними величинами – готова продукція, різні послуги.

Усім існуючим системам притаманні ознаки:

- цілісності – властивості системи не можна звести до суми властивостей її складових елементів, а з властивостей останніх не випливають властивості системи;
- структурності – будь-яку систему можна охарактеризувати на основі існуючих зв'язків і відношень між її елементами, тобто на основі її структури; поведінка системи обумовлюється поведінкою її окремих елементів і властивостями її структури;
- взаємозалежності системи і середовища – система формує і проявляє свої властивості в процесі її взаємодії з середовищем, в якому вона функціонує і у взаємовідносинах з котрим відображає свою цілісність;
- ієрархічності – будь-яка система може бути елементом системи більш високого порядку, у той час як її елементи можуть бути системами більш низького порядку;

- множинності опису – через принципову складність системи її адекватне пізнання вимагає побудови значної кількості різних моделей, кожна з яких описує чи відображає лише певний аспект системи.

Системи певним чином класифікують. Насамперед їх поділяють на цілісні та адитивні. Цілісній системі притаманні властивості, не властиві жодному з формуючих її елементів. Цілісність системи трактується як єдність і суперечність цілого та його частин. Ціле виражає об'єкт, що утворюється внаслідок взаємозв'язку його частин, і якому притаманні якісно нові властивості. Властивості об'єкта як цілісної системи визначаються не тільки і не стільки сумуванням властивостей його окремих елементів, скільки специфікою структури, особливістю системо твірних, інтегровальних зв'язків. Цілісність системи означає, що всі її частини сприяють досягненню спільної мети і найкращих результатів відповідно до певного критерію (сукупності критеріїв) ефективності. Адитивна система практично не реагує своїми властивостями на введення до неї чи вилучення з неї окремих компонентів. Головна ознака такої системи – адитивність, а саме, властивість системи є сумою властивостей її компонентів. Слід мати на увазі, що абсолютної розбіжності між цілісними та адитивними системами не існує.

Абстрактні системи є продуктом людського мислення. До них відносяться поняття, гіпотези, теорії, логічні та лінгвістичні побудови тощо. Матеріальні системи в свою чергу діляться на системи неорганічної природи (фізичні, геологічні, хімічні та інші) і живі системи (клітини, біологічні види, екологічні системи тощо).

Клімат, ґрунти, ліси, моря є природними системами. Міста, підприємства, транспортна інфраструктура і т. ін. є системами, створеними людиною.

Стан статичної системи з перебігом часу залишається постійним. Динамічна система змінює свій стан з часом.

За характером взаємовідношення системи і середовища системи діляться на закриті і відкриті.



Реалізація принципу системності пов'язана з використанням системного аналізу. Застосовують системний аналіз головним чином для дослідження складних об'єктів (соціальних, економічних, технічних тощо систем), а також штучних (тобто створених за участю людини) систем. Теоретичною і методологічною основою системного аналізу є загальна теорія систем. Системний аналіз виник у 60-х роках ХХ ст. як результат розвитку досліджень операцій і системотехніки.

Згідно з вимогами системного аналізу досліджуваний об'єкт розглядається як ціле, як система у взаємодії всіх своїх компонентів. Відповідальним етапом аналізу є побудова узагальненої моделі, яка відображає взаємозв'язки, притаманні об'єкту дослідження. У зв'язку із значною кількістю компонентів (елементів, підсистем, зв'язків) складної системи системний аналіз ґрунтується на застосуванні комп'ютерної техніки, здатної створювати узагальнені моделі досліджуваних систем, оперативно та всебічно аналізувати стан і зв'язки між їхніми компонентами, інтерпретувати одержані результати.

Виконання досліджень з використанням принципу системності вказує на необхідність охоплення і вивчення усіх сторін і зв'язків об'єкта пізнання. Загалом застосування принципу системності орієнтує дослідника на розкриття цілісної структури об'єкта дослідження; вивчення відносно самостійних компонентів системи не ізольовано, а в їх взаємозв'язку, що дозволяє виявити системні властивості й якісні характеристики окремих елементів, які складають систему; аналіз явищ і процесів у певній системі, що дає можливість упорядкувати їх та розглядати як єдине ціле, у взаємодії і зв'язку між собою.

Принцип системності передбачає розгляд об'єкта дослідження як елемента системи чи системи, що складається з певних структурних елементів. Застосовуючи принцип системності, дослідник оцінює місце об'єкта дослідження як підсистеми у більш загальній системі; виявляє його компоненти і зв'язки між ними; визначає фактори впливу на об'єкт дослідження; обґрунтовує характер впливу на окремі елементи об'єкта дослідження як сис-

теми; вивчає процес управління об'єктом дослідження як системою; буде ефективно функціонуючу пізнавальну систему. Важливою особливістю принципу системності є той факт, що не тільки об'єкт, а й сам процес дослідження виступає як складна система. Системні об'єкти, як правило, не байдужі до процесу їх дослідження і в багатьох випадках можуть суттєво впливати на нього.

Застосування принципу системності передбачає дотримання певної послідовності в організації дослідження, а саме виокремлення етапів: усвідомлення проблеми, формулювання задачі і розв'язування задачі.

Етап усвідомлення проблеми доцільно поділити на стадії усвідомлення функціонального призначення підданої аналізу системи, визначення у ній головного елемента, визначення у підданій аналізу системі найслабшого елемента.

Етап формулювання задачі включає в себе стадії виявлення обмежених можливостей найслабшого елемента системи, визначення кінцевої мети нововведень у системі та формулювання умови задачі.

Етап розв'язування задачі охоплює стадії усвідомлення задачі, визначення умов успішного досягнення кінцевої мети, визначення шляхів і засобів досягнення кінцевої мети, утворення області пошуку, вибір способу розв'язання задачі, розвиток способу розв'язання задачі, модернізація області пошуку (у випадку невдалої спроби розв'язання задачі).

Усвідомлення функціонального призначення підданої аналізу системи передбачає поділ об'єкта дослідження на складові частини; визначення призначення кожного елемента; встановлення зв'язку між окремими компонентами.

Визначення в аналізованій системі головного елемента охоплює уявну заміну окремих компонентів системи аналогічними; визначення такого з них, заміна якого призводить до найсуттєвіших змін у системі.

Визначення у підданій аналізу системі найслабшого елемента передбачає з'ясування вимог, що висуваються до кожного з них, щоб система в цілому функціонувала; встановлення відповідності кожного компонента кожній з вимог, що висуваються; виявлення конструкта, що найменшою мірою відповідає висунутим до нього вимогам.

Визначення обмежених можливостей найслабшого елемента системи передбачає визначення принципу його функціонування; виявлення побічних факторів, що впливають на нього; з'ясування їх результуючої дії.

Визначення кінцевої мети нововведень у системі охоплює з'ясування нових функціональних вимог до її найслабшого елемента; узгодження висунутих вимог між собою; визначення головної вимоги.

Формулювання умови задачі (доведення неможливості досягнення кінцевої мети логічним шляхом) включає побудову початкових асоціацій стосовно проблеми, що постала; логічний аналіз даних минулого досвіду; формулювання суперечності.

Усвідомлення задачі відбувається через побудову асоціацій стосовно задач даного типу; пошук спільного і відмінного у способах розв'язання аналогічних задач; аналіз відмінного з погляду вимог кінцевої мети.

Визначення умов успішного досягнення кінцевої мети передбачає поділ задачі на складові; розташування складових у порядку їх важливості для розв'язання задачі; визначення черговості роботи над задачею в цілому.

Визначення шляхів і засобів досягнення кінцевої мети полягає у з'ясуванні конкуруючих факторів розв'язання кожної із дочірніх задач; знаходження рівноваги у сітці суперечностей.

Утворення області пошуку зводиться до активізації даних минулого досвіду у полі усвідомлення структури задачі; комбінування даними минулого досвіду з метою висунення можливих способів розв'язання задачі; аналізу області пошуку з погляду кінцевої мети.

Вибір способу розв'язування задачі – це народження первинної ідеї; схематичний розвиток первинної ідеї у напрямі досягнення кінцевої мети; перевірка адекватності схематичної побудови кінцевій меті.

Розвиток способу розв'язання задачі реалізується через конкретизацію запропонованого способу розв'язання задачі з зупинками для зіставлення з кінцевою метою; перевірку адекватності запропонованого способу розв'язання задачі.

У випадку невдалої спроби розв'язати задачу дослідник переглядає область пошуку з врахуванням досвіду, набутого в результаті використання невдалого способу розв'язання задачі; вдається до розширення області пошуку; повторює названі вище кроки (стадій вибору і розвитку способу розв'язання задачі), аж поки не досягне кінцевої мети.

Спостереження показують, що найбільш чутливо реагують на застосування принципу системності об'єкти із складною ієрархією горизонтально-вертикальних зв'язків, а також такі, що постійно розвиваються. Застосування принципу системності дає можливість значно розширити і поглибити рівень наукового пізнання, тому що на його основі стає можливим створення цілісного уявлення про досліджувані об'єкти.

Водночас варто пам'ятати, що системне представлення досліджуваного об'єкта завжди є відносним: зміна мети дослідження може зумовити інший його поділ на одиниці аналізу, що виступають як структурні елементи системи. Потрібно також зазначити, що один і той же об'єкт може досліджуватися під різним кутом зору, з різних позицій різними дослідниками, науковими підрозділами та науковими установами. Зрештою можливі різні стратегії дослідження систем. Найчастіше використовуваною стратегією є структурування об'єкта дослідження за родово-видовою ознакою. З урахуванням зазначеного структурування об'єктів дослідження у педагогіці часто передбачає виокремлення умови і факторів, шляху і засобів тощо.

**Методологічні підходи до вивчення педагогічних явищ.** Методологічні принципи наукового пізнання доповнюються наведеними нижче методологічними підходами, детермінованими специфікою педагогічних досліджень.

*Аксіологічний* – дослідження об'єктів з точки зору їх можливостей задовольняти потреби окремого індивіда та людського суспільства у цілому.

*Суб'єктно-об'єктний* – поділ учасників педагогічного процесу під час виконання дослідження на суб'єкти та об'єкти.

*Діяльнісний* – набуття обстежуваними певних знань та умінь тощо у процесі дослідження.

*Диференційований* – поділ індивідів у процесі навчання і виховання на групи за однорідними критеріями.

*Індивідуальний* – врахування індивідуальних особливостей суб'єктів за умови оперування у дослідженні однорідними їх групами.

*Культурологічний* – врахування у процесі дослідження того факту, що індивід розвивається шляхом освоєння системи цінностей, одночасно будучи творцем нових цінностей.

*Етнопедагогічний* – врахування у процесі дослідження національних та етнічних традицій, звичаїв тощо народу, вихідцем якого є обстежувані індивіди.

У наш час набуває широкого (інколи необґрунтованого) застосування *синергетичний* підхід у дослідженні педагогічних явищ.

*Функціональний* – акцентування у даному дослідженні на значенні певних педагогічних підсистем та нехтування значенням інших.

Інколи виокремлюють комплексний (врахування сукупності факторів, які позначаються на функціонуванні об'єкта дослідження), формалізований (вивчення стійких зв'язків між елементами системи і нехтування нестійкими зв'язками), структурний (розгляд компонентів, що входять до системи, як ієрархії структурних складових з горизонтально-вертикальними зв'язками між

ними) та цілісний (складний об'єкт у процесі дослідження не зводиться до простої суми своїх частин) підходи. Проте аналіз показує, що зазначені підходи є органічними складовими принципу системності, а тому відпадає необхідність їх окремого аналізу.

**Методологічні підходи до вивчення психічних феноменів.** Оскільки дослідження освітніх проблем у чистому педагогічному вигляді мають місце дуже рідко, то доцільно розглянути методологічні підходи до організації досліджень у суміжних наукових галузях. Найчастіше у педагогічних дослідженнях розв'язують окремі аспекти психологічних проблем. Дослідження соціально-економічних та інших аспектів освітніх проблем у порівнянні з психологічними проводяться порівняно рідко. Тому можна обмежитися аналізом методологічних підходів, що використовуються у процесі дослідження психічних феноменів.

Загалом у психологічних дослідженнях, як і у дослідженнях, що мають місце в інших наукових галузях, рахуються з особливостями досліджуваної проблеми. Так, при вивченні відчуттів, напевне, найбільш ефективним буде експериментальний метод. Але при вивченні вищих проявів психіки постає питання можливості "експериментувати" над людиною.

Психіка вивчається в єдності внутрішніх і зовнішніх проявів. Взаємозв'язок психіки й поведінки, свідомості й діяльності в її конкретних формах, що змінюються, є не тільки об'єктом, але й засобом психологічного дослідження. У силу єдності свідомості й діяльності відмінності в психічній природі акту діяльності проявляються у зовнішньому його протіканні. Тому завжди існує деяке співвідношення між зовнішнім протіканням процесу і його внутрішньою природою; однак це відношення не завжди адекватне. Загальне завдання об'єктивного психологічного дослідження полягає в тім, щоб адекватно виявити це відношення й, таким чином, за зовнішнім протіканням акту визначити його внутрішню психічну природу. Однак кожний окремий, ізольовано взятий акт поведінки допускає, звичайно, різне психологічне тлумачення.

Внутрішній психічний зміст дії розкривається, як правило, не з ізольовано взятого акту, не з окремого фрагменту, а з системи актів, з діяльності. Лише з огляду на діяльність індивіда, а не тільки на який-небудь ізольований акт, і співвіднесення її з тими конкретними умовами, в яких вона відбувається, можна адекватно розкрити внутрішній психічний зміст дій і вчинків, що може бути виражений або прихований у висловлюваннях людини, але проявляється в її діях.

Оскільки розв'язання психофізичних проблем стверджує єдність, але не тотожність психічного й фізичного, психологічне дослідження, ніяк не розчиняючись у фізіологічному й не зводячись до нього, необхідно припускає й часто включає фізіологічний аналіз психічних (психофізичних) процесів. Напевне, наприклад, не можливе наукове вивчення емоційних процесів, що не включає фізіологічного аналізу притаманних їм фізіологічних компонентів. Психологічне дослідження не може замкнутися в чисто іманентному – феноменологічному описі психічних явищ, відірваному від вивчення їхніх психофізіологічних механізмів. Неправильно було б недооцінювати значення фізіологічних методик у психологічному дослідженні. Однак фізіологічний аналіз в психологічному дослідженні може виконувати лише допоміжну роль і тому повинен займати в ньому підлегле місце. Вирішальним питанням при цьому є, однак, не стільки розмежування й підпорядкування одного з них іншому, скільки вміння правильно їх зіставити, щоб у конкретному психофізичному дослідженні вони утворили справжню єдність.

Оскільки матеріальні основи психіки не зводяться до її органічних основ, оскільки напрям думок людей визначається образом їхнього життя, їхня свідомість – суспільною практикою, методика психологічного дослідження, що спрямовується на пізнання людини, відправляючись від діяльності та її продуктів, опирається на соціально-історичний аналіз діяльності. Лише правильно визначивши суспільний зміст і значення вчинків людини й об'єктивних результатів її діяльності, можна прийти до правильного їх тлумачення. Психічне

при цьому не соціалізується, тобто не зводиться до соціального, а зберігає свою специфічність і самостійність, не розчиняючись, а лише – де це потрібно – опираючись на попередній соціологічний аналіз діяльності людини та її продуктів у суспільно-історичних закономірностях їхнього розвитку.

Метою психологічного дослідження є розкриття специфічних закономірностей. Для цього необхідний аналіз конкретних індивідуальних випадків, а не оперування одними лише статистичними середніми. Індивідуалізований підхід без перебільшення відіграє виняткову роль у плануванні та проведенні психологічних досліджень. Однак завдання психологічного дослідження полягає не в життєписі окремого індивіда, а в тім, щоб від одиничного перейти до загального, від випадкового до закономірного, від явища до істотного в ньому. Тому в психологічному дослідженні вивчення індивідуальних випадків слугує засобом пізнання. Через вивчення індивідуальних випадків у їхній варіативності психологічне дослідження йде до своєї мети – до встановлення загальних й істотних закономірностей.

Психологічні закономірності розкриваються в процесі розвитку психіки. При цьому не можна обмежитися статичними зрізами на різних етапах розвитку й фіксуванням різних рівнів, бо необхідно перехід з одного рівня на інший зробити предметом дослідження й розкрити в такий спосіб динаміку процесів і їхні рушійні сили. Зокрема, при вивченні психічного розвитку в онтогенезі завдання полягає не в тім, щоб зафіксувати за допомогою статичних зрізів різні, власне кажучи абстрактні, рівні розумового розвитку й віднести до них різних індивідів, а в тім, щоб у ході самого дослідження перевести їх з попереднього рівня на наступний і простежити в реальному процесі розвитку його істотні закономірності. Потрібно зазначити, що генетичний метод у психології, тобто вивчення розвитку психіки як засобу розкриття загальних психологічних закономірностей, – не зіставляється з спостереженням і експериментом й не протиставляється їм, а необхідно на них опирається й будується на їхній осно-



ві, оскільки встановлення генетичних даних у свою чергу ґрунтується на спостереженні або експерименті.

Оскільки переведення індивідів з одного рівня психічного розвитку на інший відбувається в процесі навчання, необхідна педагогізація психологічного дослідження. Індивідів вивчають, навчаючи їх. Водночас педагогізація психологічного вивчення індивіда означає не відмову від експериментального дослідження на користь педагогічної практики, а включення педагогічної практики в психологічний експеримент. Доречно зауважити, що положення, згідно з яким треба вивчати індивідів, навчаючи їх, є частковим випадком положення загальної методології й теорії пізнання, відповідно до якого ми пізнаємо явища дійсності, впливаючи на них. Так, при вивченні патологічних явищ психіки у хворого індивіда терапевтичний вплив дає можливість не тільки виправити, але й глибше пізнати їх.

Психологічне дослідження не може ґрунтуватися на механічній реєстрації результатів діяльності й намагатися на цій основі встановлювати і назавжди фіксувати стандартні показники психічного стану. Той самий зовнішній результат може мати різний психічний зміст залежно від того, у якій конкретній ситуації він мав місце. Тому розкриття психічного змісту результатів кожного об'єктивного дослідження, що виходить із зовнішніх даних, його розшифрування й правильна інтерпретація вимагають обов'язкового обліку, а отже, і вивчення конкретної особистості в конкретній ситуації. Це положення є одним з основних, особливо при вивченні вищих, найбільш складних проявів психіки особистості. Оскільки при цьому особистість і ситуація виходять за межі тільки психічних явищ, психологічне дослідження, не втрачаючи свого характеру й специфічності, вимагає ретельного обліку цілого ряду моментів, що виходять за межі чисто психологічного дослідження.

### **Запитання**

- \* *Як формується методологія дослідження?*
- \* *В якому співвідношенні з методологією та методом перебуває методика дослідження?*

- \* *Де беруть початок методологічні принципи наукового пізнання?*
- \* *Чим відрізняється методологічний принцип від методологічного підходу?*
- \* *Які кроки передбачає використання принципу системності в наукових дослідженнях?*

### **Завдання**

- \* *Розкрийте суть методологічного принципу наукового пізнання.*
- \* *Вкажіть на відмінність між принципом, підходом і методологією.*
- \* *Дайте визначення системи, розкрийте її властивості та наведіть приклад педагогічної системи.*
- \* *Доведіть необхідність дотримання розглянутих підходів з погляду характерних ознак педагогічних об'єктів.*
- \* *Побудуйте з розглянутих підходів систему (можливо у зв'язку з цим потрібно доповнити зазначений перелік, вилучити з нього зайве, здійснити певну модифікацію).*
- \* *Проілюструйте роботу розглянутих принципів пізнання об'єктивної реальності.*
- \* *Розкрийте суть розглянутих методологічних підходів до педагогічних досліджень.*
- \* *Наведіть приклад використання принципу моделювання.*
- \* *Наведіть приклад використання принципу системності.*

## **§ 5. Методи дослідження освітніх проблем**

**Метод наукового пізнання.** Наукове дослідження здійснюється шляхом використання певних методів. Метод у найбільш загальному сенсі означає спосіб досягнення поставленої перед дослідником мети. Метод дослідження – спосіб розв'язання конкретної наукової задачі, сукупність прийомів теоретичного чи практичного освоєння (пізнання) дійсності. Метод є способом відтворення в свідомості дослідника досліджуваного об'єкта. В основі конструювання і використання методів пізнання лежать об'єктивні закони

функціонування природи і людського суспільства. Методи наукового пізнання переважно у частині використання апаратних засобів постійно удосконалюються: підвищується їх точність, розширюються можливості. Поява нових методичних можливостей спонукає дослідників до перевірки та уточнення наявних наукових результатів. Нерідко з їх появою пов'язуються якісні стрибки в накопиченні чи інтерпретації наукових даних.

Застосування адекватних методів дослідження разом з точними апаратними засобами є найсуттєвішою умовою одержання достовірних знань. Дослідник, який володіє методами дослідження і знає можливості їх застосування, витрачає менше зусиль і працює успішніше, ніж той, хто спирається лише на інтуїцію або діє за принципом “проб і помилок”. Звісно, що точність апаратних засобів і адекватність методів пізнання – не єдині фактори, що забезпечують успішність наукового дослідження. Зазначені характеристики не можуть, наприклад, замінити творчу думку дослідника, його здібність аналізувати і помічати, робити висновки і передбачення. Проте володіння широким арсеналом методів пізнання і знання їх можливостей спрямовує хід думок дослідника, відкриває перед ним найкоротший шлях до досягнення мети і забезпечує таким чином раціональне витрачання енергії і часу.

Слід зазначити, що у науковому результаті завжди міститься, крім об'єктивної складової, певна суб'єктивна домішка. Як наслідок, у конструюванні апаратних засобів, доборі методів дослідження та облаштуванні умов для їх використання прагнуть до її зменшення, що підвищує об'єктивний рівень одержаних знань, їх точність.

**Метод, методичний прийом і методика.** З іншого боку, метод дослідження – це комплекс прийомів, що застосовуються для розв'язання завдань дослідження на етапі збору, опрацювання й інтерпретації дослідних даних. Методичний прийом – механізм реалізації методу дослідження. Наприклад, при з'ясуванні громадської думки соціолог використовує для збору даних анкетне опитування. Цей метод він може реалізувати за допомогою різних ме-

тодичних прийомів, зокрема шляхом безпосереднього чи дистанційного опитування. Потрібно вказати на той факт, що метод і методичні прийоми перебувають у стані родово-видового зв'язку. До того ж, метод може розглядатися як прийом стосовно більш загального способу розв'язання дослідницького завдання, а прийом може трактуватися в якості методу стосовно більш часткових способів розв'язання завдань дослідження.

Якщо дослідник переконаний, що громадську думку доцільно виявляти за допомогою з'ясування реакції індивідів на ситуації, в які вони штучно поміщаються, то він добирає адекватні цій методології методи дослідження. Аналогічно дослідник добирає адекватні, на його думку, методи опрацювання одержаних даних та інтерпретації отриманих результатів. Результатом таких дій дослідника є сконструйована ним методика дослідження – сукупність органічно пов'язаних методів дослідження, що відповідають його завданням і відображають специфіку досліджуваного об'єкта. Як бачимо, методика дослідження – це набір органічно пов'язаних методів збору даних, їх опрацювання та інтерпретації.

У процесі наукового пошуку перед дослідником постають різноманітні завдання. В кожному конкретному випадку він використовує специфічний набір методів дослідження. Водночас аналіз свідчить, що набір методів дослідження є інваріантним щодо етапу дослідницької роботи і варіативним щодо специфіки дослідницького завдання. У зв'язку з цим можна вести мову про методики збору, опрацювання та інтерпретації даних. Кожна із зазначених типових методик репрезентується низкою своїх модифікацій, вибір яких залежить від кваліфікації та інтуїції дослідника. Потрібно зазначити, що дослідження педагогічних об'єктів передбачають завдання, розв'язання яких вимагає поєднання зазначених типових методик.

**Класифікація методів дослідження.** Відомо чимало методів пізнання об'єктивної дійсності. Відповідно існує багато їх класифікацій.

Один із підходів до класифікації методів дослідження ґрунтується на широті їх застосування. Зокрема, серед методів пізнання можна виокремити ті, що ефективно працюють в усіх наукових галузях; їх прийнято називати загальними. Вони зароджуються у межах окремої наукової дисципліни і згодом набувають загального статусу. Загальний статус мають методи математичного опрацювання емпіричних даних, які набувають все більшого поширення, що зумовлено стрімким розвитком кібернетики, обчислювальної математики і комп'ютерної техніки. Особливостями загальних методів є цілісність понятійного апарату. Специфічні методи дослідження використовуються в декількох споріднених наукових галузях. Ті методи, які працюють в межах однієї наукової галузі, називають конкретними. Як наслідок, вони отримують назви відповідних наук: психологічні методи, педагогічні методи, соціологічні методи тощо. Спеціальні методи використовуються для розв'язання спеціальних завдань у межах певної наукової галузі.

Науковий пошук можна здійснювати, працюючи з джерелами, в яких задокументовано перебіг явищ, безпосередньо спостерігаючи за їх перебігом, або втручаючись у процес перебігу явища з метою управління ним відповідно до наперед намальованої траєкторії перебігу. Відповідно до зазначеного можна класифікувати використувані методи дослідження.

Збір емпіричних даних, їх опрацювання та інтерпретація отриманих результатів теж вимагають специфічних дій дослідника. Як наслідок, можна виокремити групи методів: збору даних; опрацювання зібраних даних; оцінювання достовірності даних; графічного представлення даних; інтерпретації отриманих результатів. Оскільки дані бувають кількісні та якісні, то розрізняють методи: збору кількісних і якісних даних; методи опрацювання кількісних і якісних даних.

Кожний метод знаходить застосування у поєднанні з іншими методами. Успішність наукової роботи значною мірою залежить від умілого поєднання методів дослідження, від ефективного доповнення одного методу іншим. В

той же час, окремі методи наукового пізнання можна віднести до двох чи більше груп в межах однієї класифікаційної схеми з розглянутих вище. Останнє позбавляє сенсу змістове наповнення виокремлених типів методів наукового дослідження.

**Методи дослідження освітніх проблем.** Беручи до уваги зазначене вище, наводимо найпоширеніші методи, що використовуються в педагогічних дослідженнях, пам'ятаючи при цьому, що в окремих випадках їх можна розглядати і як методичні прийоми, що містяться у структурі більш широкого, комплексного методу.

*Абстрагування* – це виокремлення головного у предметах і явищах (декількох аспектів, які цікавлять дослідника) та уявне нехтування їх неістотними, другорядними ознаками, зв'язками і відношеннями між ними.

Слід зазначити, що абстрагування являє собою одну з форм пізнання, коли відбувається перехід від сприймання до утворення уявного образу. Іноді абстраговані властивості пов'язуються з відомими класами об'єктів (“метал”, “натуральне число”, “рослина”). В інших випадках вони уявляються ізольовано від тих предметів, з якими вони дійсно нерозривно пов'язані (“корисність”, “краса”, “моральність”). Завдяки абстрагуванню із явища виділяється один його аспект у “чистому вигляді”, тобто у такому вигляді, в якому він дійсно не існує. Наприклад, не буває “явища” чи “закону” взагалі, існують конкретні закони і явища. Але без уведення абстрактного поняття “явище” дослідник не здатний глибоко зрозуміти будь-яке конкретне явище. Абстрагування є необхідною умовою утворення понять. Більше того, без абстрагування неможливе розкриття сутності досліджуваного об'єкта. Розчленування об'єкта і виділення у ньому сутнісних сторін, всебічний їх аналіз у “чистому” вигляді – все це результат абстрагування.

Абстрагування здійснюється у два етапи. На першому етапі виділяється найбільш важливе в об'єкті і встановлюється факт незалежності або слабкої залежності досліджуваного об'єкта від певних факторів (якщо об'єкт *A* не за-

лежить безпосередньо від фактора  $B$ , то можна відволіктися від останнього як несуттєвого). На другому етапі реалізуються можливості абстрагування (об'єкт замінюється іншим, більш простим, котрий виступає “моделлю” першого).

Абстрагування може застосовуватись до реальних і абстрактних об'єктів (таких, що вже раніше піддавались абстрагуванню). Повторне абстрагування призводить до підвищення ступеня узагальнення.

Існують такі види абстракції:

- ототожнення – утворення понять шляхом об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями рівності, в особливий клас;

- ізолювання – виділення властивостей і відношень, нерозривно пов'язаних з предметами, і позначення їх певними назвами;

- конструктивізація – нехтування невизначеністю меж реальних об'єктів;

- актуальна нескінченність – відволікання від незавершеності процесу утворення нескінченної множини, від неможливості задати її повним переліком всіх елементів;

- потенційна здійсненність – відволікання від реальних меж людських можливостей, зумовлених обмеженістю тривалості життя; у процесі абстрагування доводиться відволікатись і від деяких суб'єктивних можливостей людини (наприклад, неможливо “перерахувати” весь натуральний ряд чисел).

*Аналіз* – метод пізнання, який полягає в розчленуванні об'єктів дослідження на складові частини, виокремленні їхніх окремих ознак. Аналіз – процедура уявного чи реального розчленування досліджуваного об'єкта з метою більш глибокого його пізнання. Завдяки аналізу складні об'єкти й уявлення про них зводяться до більш простих. Аналіз процесу, що розвивається, дозволяє виділити у ньому етапи і суперечливі тенденції тощо. Процедурою аналізу переважно розпочинається будь-яке наукове дослідження. Мета аналізу – пізнання частин як елементів цілого. Загалом завдяки аналізу виділяється сутність, котра ще не пов'язана з певними формами її прояву,

єдність, що продовжує залишатись абстрактною, ще не розкритою як єдність у різноманітності.

Об'єктом аналізу часто виступає інформація, яка міститься в різного роду матеріальних носіях. У такому випадку виробляються певні критерії і робиться висновок щодо відповідності аналізованої інформації цим критеріям. Часто у процесі аналізу порівнюються два її пакети на предмет спільних та відмінних ознак.

Аналіз буває:

- прямий (пов'язаний з виділенням окремих частин об'єкта);
- зворотний (базується на деяких теоретичних міркуваннях щодо причинно-наслідкового зв'язку різних явищ; при цьому береться до уваги, що одні і ті ж причини породжують одні і ті ж наслідки, один і той же наслідок може породжуватися різними причинами);
- структурно-генетичний (пов'язаний з виділенням у складному явищі таких елементів, котрі чинять вирішальний вплив на всі інші його елементи).

*Анкетування* – один з видів опитування, яке проводиться, на відміну від інтерв'ювання, в письмовій формі. Ефективне використання зазначеного методу дослідження пов'язане з жорсткими вимогами щодо репрезентативності вибірки, запитань опитувальника та прийомів статистичного опрацювання отриманої інформації. Анкетування проводиться насамперед з метою ідентифікації ознаки об'єкта вивчення. При ретельній підготовці його можна застосувати і у фіксації якісної протяжності властивості досліджуваного об'єкта. Проте огульне нашвидкуруч підготовлене і проведене анкетування у цьому випадку часто не забезпечує надійних і валідних результатів, а тому не витримує критики.

*Бесіда* – метод наукового пізнання, що дає можливість з'ясувати ставлення об'єкта вивчення до оточуючої дійсності і подій, що відбуваються, його потреби, інтереси, переконання тощо. Щоб отримати зазначену інформацію,



дослідник заздалегідь готується до бесіди, окреслює коло обговорюваних питань, планує свої запитання і прогнозує можливі на них відповіді.

*Біографічний опис* – збирання й аналіз матеріалів, які характеризують життєвий шлях і розвиток психічних властивостей об'єкта вивчення.

*Вимірювання* – це пізнавальна процедура, пов'язана з визначенням числових значень величин, що характеризують об'єкт вивчення. Воно ґрунтується на порівнянні однакової величини в об'єктах вивчення. Мірою для кількісного порівняння однакової величини в об'єктах вивчення є одиниця вимірювання – така кількість величини, якій за визначенням присвоєно числове значення, що дорівнює 1. Вимірювання можливе за наявності об'єкта вивчення, об'єкта обстеження, вимірювальних засобів, методу вимірювання. Вимірювання як метод дослідження завдячує своїм походженням порівнянню. Водночас це більш універсальний і потужніший пізнавальний засіб. Вимірювання забезпечує високу достовірність наукових результатів.

Вимірювання у найбільш загальному випадку ділять на прямі і опосередковані. При прямих вимірюваннях числове значення величини встановлюють безпосередньо із досліду, при опосередкованих – шляхом обчислення, знаючи числові значення інших величин, що визначаються прямими вимірюваннями і пов'язані функціонально ( $b = f(a)$ , де  $b$  – числове значення величини, знайдене за допомогою опосередкованих вимірювань;  $a$  – числове значення величини, знайдене за допомогою прямих вимірювань) з шуканою величиною.

У педагогічних дослідженнях вимірювання застосовують не часто. Шляхом вимірювання визначають числові значення фізичних параметрів об'єктів вивчення (зріст, масу, температуру тіла, кров'яний тиск тощо). Потрібно зазначити, що термін *вимірювання* у дослідженні освітніх проблем інколи використовують некоректно. Найчастіше припускаються помилки, коли ведуть мову про вимірювання рівня засвоєння навчального матеріалу шляхом виконання обстежуваним контрольної роботи (обстежуваний розв'язує запропоновані

йому завдання) або завдань тесту (обстежуваний вибирає правильну відповідь із наведених до кожного завдання, попередньо його розв'язавши). У зазначеному прикладі не дотримується основна вимога процедури вимірювання – наявність одиниці вимірювання. У контрольній роботі вона зовсім не проглядається, у тестах правильні відповіді на різні запитання, строго кажучи, репрезентують різні міри засвоєння навчального матеріалу. І це тому, що різні запитання охоплюють різні обсяги знань.

*Дедукція* – це умовивід, у якому висновок про елемент множини робиться на основі знання про загальні властивості всієї множини. Дедуктивний умовивід – це виведення на основі законів логіки твердження (висновку) з одного або кількох інших тверджень (засновків), що мають достовірний характер. Якщо вихідні твердження (засновки) достовірні, то дедуктивні умовиводи приводять до нового достовірного знання. У випадку дедуктивного умовиводу висновки містяться у засновках приховано, тому їх потрібно одержати на основі застосування методів логічного аналізу. Дедукція – це, як правило, застосування загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ. Важливою передумовою дедукції у практиці пізнання є зведення конкретних задач до загальних і перехід від розв'язання задачі у загальному вигляді до окремих її варіантів.

*Експертна оцінка* – судження спеціаліста стосовно рангових оцінок об'єктів вивчення. Точність експертної оцінки як методу наукового пізнання суттєво залежить від вдалого підбору експертів та однакового розуміння ними критеріїв оцінки об'єктів вивчення. Використання зазначеного методу дослідження передбачає розроблення дослідником критеріїв оцінки, підбір експертів, інструктування експертів, оцінювання об'єктів вивчення експертами, математичне опрацювання результатів експертної оцінки, інтерпретацію отриманих результатів.

*Експеримент* передбачає з'ясування характеристик об'єкта вивчення у фіксованих умовах. З іншого боку, це активний і цілеспрямований вплив на

об'єкт вивчення шляхом створення штучних умов чи застосування звичайних умов, необхідних для виявлення відповідних його характеристик. Тобто, експеримент – це цілеспрямоване вивчення дійсності в контрольованих і керованих умовах. При цьому характеристику, що змінюється експериментатором, називають експериментальним фактором або незалежною змінною. Характеристика, що змінюється під впливом зміни незалежної змінної, носить назву залежної змінної або відгуку. Загалом до експерименту, тобто до зміни умов протікання явища, вдаються для більш глибокого розуміння його сутності, змін, що відбуваються у ньому, і причин цих змін.

Експеримент передбачає обстеження досліджуваного об'єкта у певних умовах, контрольованої їх зміни і багаторазового відтворення у випадку необхідності. Експеримент, як правило, передує теоретичним узагальненням і вважається основою теоретичного знання. Водночас мають місце випадки, коли експериментальне дослідження виконується з метою підтвердження чи спростування певних теоретичних положень. У такому випадку експериментальні дані слугують критерієм їх істинності. Загалом експеримент проводять у випадках необхідності відшукати в об'єкта вивчення раніше невідомі характеристики, перевірки правильності теоретичних побудов та демонстрації явищ.

Потрібно вказати на виняткове значення експериментального методу дослідження в тих наукових галузях, які перебувають на етапі становлення. Педагогічні знання, не маючи під собою надійного і стрункого теоретичного фундаменту, здобуваються переважно емпіричним шляхом і перевіряються на практиці.

За умовами проведення розрізняють лабораторний і природний експеримент. Лабораторний експеримент проводиться в штучних умовах, де експериментатор має можливість добирати параметри, штучно створювати такі умови, які б забезпечували наукову чистоту експерименту й оптимальне просування дослідника до істини. Лабораторний експеримент дає змогу контролювати

умови, які впливають на перебіг досліджуваних процесів, і враховувати результати цих впливів. Природний експеримент здійснюється у звичайній, “природній” обстановці, в якій відбувається перебіг досліджуваних процесів. З іншого боку, експеримент може бути реальним або модельним.

Експеримент включає виділення об’єкта вивчення, створення необхідних умов (у тому числі й усунення факторів, що можуть заважати), вплив на об’єкт вивчення або умови, спостереження за об’єктом вивчення чи обстеження його характеристик із застосуванням відповідних засобів. Експериментальне дослідження порівняно із спостереженням має ряд переваг, оскільки дозволяє вивчати явище “у чистому вигляді”, усунувши побічні фактори, які приховують основний процес, проводити обстеження необхідну кількість разів.

Найбільш поширеною формою педагогічного експерименту є порівняльний експеримент або метод експериментальних і контрольних класів (груп). У такому експерименті в експериментальних класах (групах) діє той фактор, якого немає у контрольних класах (групах); за іншими параметрами умови в експериментальних і контрольних класах (групах) ідентичні. Отже, при порівняльному експерименті потрібно:

- вирівняти умови навчальної роботи в експериментальних і контрольних класах;
- визначити середні значення початкового рівня знань в експериментальних і контрольних класах;
- провести навчальну роботу в експериментальних класах з залученням експериментального фактора і в контрольних класах без нього;
- визначити середні значення знань в експериментальних і контрольних класах;
- для експериментальних і контрольних класів знайти різниці між кінцевими і початковими показниками середніх значень знань учнів;

- вирахувати порівняльну ефективність дії експериментального фактора шляхом знаходження різниці між першою і другою різницею попереднього пункту.

У процесі педагогічного експерименту особливо важливо критично оцінювати додаткові змінні, які можуть суттєво впливати на результат експерименту. Такі змінні обумовлюються особистісними характеристиками учнів; особистісними характеристиками учителя; специфікою навчально-виховного процесу; контролем результатів.

В експериментальному дослідженні найчастіше припускаються помилок двох видів:

- дослідник будує об'єктивно правильну гіпотезу, але в результаті погано проведеного експерименту правильність гіпотези не підтверджується;

- дослідник будує неправильну гіпотезу, але некоректно проведений експеримент дає такі результати, за якими гіпотеза помилково визнається правильною.

Педагогічним експериментом нерідко називають усяку дослідну роботу, будь-які спроби внести нове у практику навчання і виховання. Звичайно, у дослідній роботі, що проводиться учителями, мають місце елементи експериментування, але в ній, як правило, не проводиться наперед спланованих детальних і скрупульозних спостережень чи обстежень, отримані дані не зіставляються з іншими результатами. Як наслідок, у цьому випадку не можна вести мову про експеримент, якому притаманні усі ознаки наукового методу пізнання. Водночас запровадження у педагогічній практиці новацій носить назву педагогічного експерименту, який за результатами підведення його підсумків або вдається, або не вдається. Як правило, таким експериментом охоплюється велика кількість навчальних закладів або усі навчальні заклади країни. За результатами підсумкового аналізу новації або приживаються у навчально-виховній практиці, або відкидаються чи поступово забуваються.

Є серйозні підстави для того, щоб дослідну роботу, педагогічні інновації не ототожнювати з педагогічним експериментом, експериментальним методом дослідження освітніх явищ. У порівнянні з масовим експериментом (запровадженням новації) експериментальний метод пізнання освітньої дійсності має ряд суттєвих переваг. Насамперед, його використання дозволяє відтворити умови протікання освітнього процесу необмежену кількість разів, цим самим усуваючи чи зменшуючи вплив випадкових факторів на результати експерименту. Крім того, використання експериментального методу дозволяє розкласти складне освітнє явище на складові елементи і дослідити характер їхньої залежності між собою та від дії на них зовнішніх чинників. По завершенні педагогічного експерименту не тільки констатується наявність феномена, а й даються пояснення стосовно нього, оскільки в цьому випадку мала місце фіксація умов, у яких проводився експеримент, а тому дослідник володіє інформацією щодо причин, які призвели до наслідків, чого не можна сказати про новації. Водночас не можна забувати, що не усі елементи складного освітнього явища адитивно додаються, нерідко мають місце випадки, коли система у цілому веде себе зовсім не так, як це витікає на основі знань про поведінку її окремих елементів. У таких випадках необхідно проводити масовий комплексний експеримент.

*Екстраполяція* – перенесення встановлених закономірностей протікання процесу в межі, поза якими вони були встановлені.

*Ідеалізація* – конструювання поняття про об'єкт, який в дійсності не існує, але має прообраз в реальному світі. Ідеалізований об'єкт вважається граничним випадком реального об'єкта і вводиться як засіб його наукового аналізу, як основа для побудови його теорії. Прикладами ідеалізованих об'єктів можуть бути поняття: “точка”, “пряма лінія”, “абсолютно тверде тіло”, “абсолютно чорне тіло”, “ідеальний газ”, “ідеальний розчин” тощо. Потрібно зазначити, що ідеалізація правомірна лише у певних межах.

Мета ідеалізації як методу пізнання – позбавити реальні об'єкти деяких притаманних їм властивостей і надати їм (уявно) певних нереальних і гіпотетичних властивостей. Досягнення такої мети здійснюється абстрагуванням, уявним переходом до граничного випадку в розвитку характеристик.

*Ідентифікація* – виявлення наявності чи відсутності досліджуваної ознаки.

*Індукція.* У науковому дослідженні неможливо обійтись без формулювання суджень і умовиводів. У судженнях встановлюються зв'язки між предметами чи явищами. Судження будуються на основі безпосереднього сприйняття предметів чи явищ, а також зв'язків між ними. На основі суджень будуються умовиводи. З сформульованих умовиводів дослідник утворює нові умовиводи і т.д.

Індукція являє собою умовивід, що характеризується рухом думки від часткового до загального, від окремих фактів до їх узагальнення. Як метод дослідження індукція – це процес, під час якого здійснюється перехід від окремих фактів до загальних положень. В індуктивному умовиводі на основі знань про предмети класу робиться висновок про клас у цілому. Іншими словами, індукція – узагальнення щодо сукупності об'єктів на основі їх вибірки.

Виокремлюють повну і неповну (популярну і наукову) індукцію. Повна індукція являє собою вивід загального положення про множину об'єктів на основі розгляду всіх її елементів. Цей вивід достовірний, але сфера його застосування обмежена множинами, кількість елементів яких легко відстежується. У випадку популярної індукції наявність певної ознаки у частини елементів множини стає основою для висновку про те, що всі елементи даної множини мають цю ознаку. Наукова індукція також являє собою хід думки від часткового до загального. Але основою для висновку в цьому випадку слугує розкриття у досліджуваних елементів множини суттєвих зв'язків, які необхідно зумовлюють притаманність даної ознаки всім об'єктам множини. Через це ос-

нове місце у науковій індукції займають прийоми розкриття суттєвих зв'язків, що у свою чергу потребує складного аналізу.

Існує декілька способів встановлення таких зв'язків:

- Єдина подібність; якщо кілька випадків досліджуваного явища мають спільною певну обставину, то вона є причиною явища, що розглядається.

- Єдина відмінність; якщо випадки, в якому досліджуване явище настає, і в якому воно не настає, у всьому подібні і різняться тільки в одній обставині, то ця обставина, присутня в одному випадку і відсутня в другому, є причиною досліджуваного явища.

- Комбінація перших двох способів.

- Супутня зміна; якщо поява або зміна одного явища викликає певну зміну другого, то обидва ці явища знаходяться в причинному зв'язку.

- Залишок; якщо складне явище викликається складною причиною, яка складається із сукупності певних обставин, і відомо, що деякі з цих обставин є причиною частини явищ, то залишок цього явища викликається рештою обставин.

Загалом неповні індуктивні умовиводи дають лише вірогідні знання, тому що вони ґрунтуються на емпіричних спостереженнях скінченої кількості об'єктів.

*Інтерв'ювання* – один з видів опитування, яке здійснюється, на відміну від анкетування, в усній формі за заздалегідь розробленою програмою, що окреслює мету опитування, містить перелік запитань, що пропонуватимуться обстежуваному, методи опрацювання отриманої інформації, і не передбачає формулювання уточнюючих запитань, що має місце у бесіді.

*Інтерполяція* – застосування встановлених закономірностей протікання процесу в межах, в яких вони були встановлені.

*Класифікація* – поділ сукупності предметів і явищ та їхніх характеристик на класи й ієрархічно підпорядковані їм підкласи.



*Конкретизація* – знаходження часткового, що відповідає певному абстрактному поняттю.

*Контент-аналіз* – якісний і кількісний аналіз текстових, графічних, аудіо і відео джерел інформації.

*Математичний аналіз емпіричних даних* – використання математичних співвідношень для обчислення параметрів масиву емпіричних даних.

*Порівняння* – зіставлення предметів або явищ з метою встановлення схожості чи відмінності між ними. При порівнянні дослідник насамперед визначає основу порівняння. Для того, щоб порівнювати між собою явища, досліднику необхідно виокремити їхні характеристики і встановити, як вони представлені у порівнюваних об'єктах. Порівнювати об'єкти чи явища можна як за однією ознакою, так і за кількома. Об'єкти чи явища можуть порівнюватись безпосередньо або опосередковано через їх зіставлення з третім об'єктом (еталоном). У першому випадку одержують якісні результати (більше-менше, вище-нижче тощо). Порівняння об'єктів з еталоном дає можливість одержати кількісні характеристики. Таке порівняння називають вимірюванням.

Метод порівняння плідний, якщо при його застосуванні виконуються такі вимоги:

- порівнюватись можуть тільки об'єкти і явища, між якими існує певна об'єктивна спільність;
- порівняння повинно здійснюватись за найбільш важливими, суттєвими (у плані конкретного завдання) ознаками.

Порівняння є передумовою узагальнення. Воно широко застосовується в історичному аналізі освітнього середовища. При цьому підбирається масив даних, який групується в історичному розрізі, для кожного етапу виокремлюються суттєві фактори, і робиться висновок про наявні закономірності.

*Упорядкування* – розташування об'єктів на основі якісного уявлення про кількісну наявність властивості, за якою вони упорядковуються.

*Синтез* – утворення цілого з частин. Синтез – це не просте сумування, а смислове поєднання. Якщо просто об'єднати явища, між ними не виникає системи зв'язків, а лише утворюється їх хаотичне накопичення. Ідучи від тотожного до відмінного, синтез поєднує загальне й одиничне, спільність і різноманітність у конкретне ціле. Синтез об'єднує в єдине ціле частини, властивості, ознаки, виділені на основі аналізу. Синтез, як і аналіз, буває прямий, зворотний і структурно-генетичний.

*Систематизація* – розподіл об'єктів за смисловими групами на основі системо утворюючого фактора залежно від їх подібності та відмінності.

*Спостереження* – це систематичне, цілеспрямоване, спеціально організоване сприймання предметів і явищ об'єктивної дійсності. Шляхом спостереження одержують первинну інформацію у вигляді сукупності емпіричних тверджень. Емпірична сукупність стає основою попередньої схематизації об'єктів, роблячи їх вихідними об'єктами наукового дослідження.

Розрізняють неспівучасне спостереження, коли події фіксують ззовні, і співучасне спостереження, коли дослідник адаптується в середовищі й аналізує події начебто “зсередини”. Спостереження може проводитися в природних і експериментальних умовах. Спостереження в експериментальних умовах є глибшим щодо повноти вивчення явища чи процесу. Крім зазначеного, спостереження поділяють на:

- постійні й одноразові;
- загальні (спостерігаються усі характеристики) і часткові (фіксується тільки частина характеристик, притаманних об'єкту спостереження);
- сукупні (спостереженню піддаються усі об'єкти) і вибіркові (спостереженню піддається частина об'єктів);
- безпосередні (спостерігаються факти) і опосередковані (спостерігаються наслідки певних фактів);
- зовнішні (спостереження проводить інша особа) і самоспостереження.

Спостереження відповідають вимогам:

- навмисності (спостереження проводиться для вирішення певного, чітко визначеного завдання);
- планованості (спостереження здійснюється за планом, складеним відповідно до мети спостереження);
- цілеспрямованості (спостереженню піддаються тільки ті аспекти явища, які цікавлять дослідника);
- активності (дослідник активно вишукує потрібні об'єкти, характеристики явища);
- систематичності (спостереження проводиться безперервно або за визначеною схемою).

Крім зазначеного, в організації спостережень намагаються виокремлювати мінімальну кількість досліджуваних характеристик, проводити спостереження у природних умовах, витримувати однакові часові інтервали між повторними спостереженнями, порівнювати результати різних спостережень.

Важливою умовою наукового спостереження є його об'єктивність, тобто можливість контролю його результату шляхом або повторного спостереження, або застосування інших методів дослідження (наприклад, експерименту).

Спостереження потребує активізації великої кількості психічних процесів, особливо уваги й мислення дослідника. У науковому спостереженні важливу роль відіграють попередні знання, гіпотеза, наявні засоби, задум і методичний досвід дослідника. Плануючи використання зазначеного методу, дослідник визначається стосовно тривалості і періодичності спостережень, мінімально необхідної кількості ситуацій, в яких проявляються ознаки досліджуваної характеристики. На практиці спостереження ведеться одночасно за кількома суб'єктами, для кожного контролюється по кілька характеристик. У зв'язку з цим потрібний раціональний план спостережень. Дослідники також постають перед необхідністю узагальнення незалежних (для кількох осіб) результатів спостережень. Зазначене узагальнення вимагає розроблення

системи єдиних вимог до оцінки об'єктів спостереження. У спостереженнях поряд з візуальним способом констатації подій чи характеристик досліджуваного об'єкта, явища чи процесу, використовують звуко- і відеозапис. В опрацюванні даних спостережень перспективним і продуктивним є використання комп'ютерної техніки.

Головна відмінність між спостереженням і експериментом у тому, що, проводячи спостереження, дослідник не знає відповіді на запитання дослідження. В експерименті відповідь на таке запитання дається у формі гіпотези, тобто дослідник підозріває наявність певного зв'язку між фактами і за допомогою експерименту намагається довести чи спростувати його існування. Спостереження відрізняється від експерименту ще й тим, що воно протікає в уже наявних умовах без зовнішньої дії на спостережуваний об'єкт чи явище. В експерименті, навпаки, має місце активний вплив на явища та об'єкти шляхом створення умов, що відповідають меті дослідження.

У спостереженнях інколи припускаються методологічних та реєстраційних помилок. Методологічні помилки частіше носять репрезентативний характер (коли на основі спостережень окремих явищ чи ознак роблять висновок про ціле). Реєстраційні помилки переважно пов'язані з особистісними характеристиками дослідника (спостережливість, пам'ять, наявність досвіду проведення спостережень, теоретична підготовка для усвідомлення спостережуваних явищ, чіткість програми спостережень). Нерідко дослідник не може вирватися з полону особистих симпатій до певних методів, засобів тощо. До того ж, на результатах наступних спостережень часто позначаються результати попередніх.

*Тестування* – система психолого-педагогічних завдань, спрямованих на дослідження окремих характеристик індивіда.

*Узагальнення* – виділення в об'єктах вивчення спільних елементів. Узагальнення – логічний процес переходу від одиничного до загального, від менш загального до більш загального знання, а також продукт розумової діяльності,

форма відображення загальних характеристик явищ дійсності. Найпростіші узагальнення полягають в об'єднанні, групуванні об'єктів на основі окремої, випадкової ознаки (синкретичні об'єднання). Більш складним є комплексне узагальнення, при якому об'єкти з різними основами об'єднуються в єдине ціле. Здійснюється узагальнення шляхом абстрагування від специфічних і виявлення загальних ознак (властивостей, відношень тощо), притаманних об'єктам вивчення.

*Фіксація* – встановлення якісної протяжності досліджуваної властивості.

*Формалізація* – пізнання об'єктів вивчення шляхом відображення їхньої структури у знаковій формі за допомогою штучних мов (наприклад, мовою математики, фізики, хімії, програмування тощо). Формалізація – відображення результатів мислення в точних поняттях, що виражаються у формалізованій мові чи знаковій системі. У процесі формалізації всі змістові терміни замінюють символами, а змістові твердження – відповідними їм послідовностями символів або формулами. Формалізація зводить дослідження реальних змістових сторін об'єктів вивчення до формального дослідження відповідних їм знаків (абстрактних об'єктів). Завдяки своїй специфічності формалізація забезпечує узагальненість підходу до розв'язання пізнавальних проблем. Крім того, символіка штучної мови надає стислості і чіткості формалізованим об'єктам вивчення, однозначності розуміння їхньої структури. Формалізація, як правило, пов'язана із застосуванням математичного апарату і широко застосовується у математичному моделюванні.

**Інтроекспективне та ретроекспективне дослідження психологічних аспектів освітніх проблем.** Основним методом дослідження в психології, як і в низці інших наук, є спостереження. Спостереження виступає у двох основних формах – як самоспостереження (інтроекспекція) і як зовнішнє спостереження (ретроекспекція).

Традиційна, інтроекспективна психологія вважала самоспостереження єдиним або, у всякому разі, основним методом дослідження. Об'єктивна, поведін-

кова психологія зовсім відкинула самоспостереження й визнала єдиним методом дослідження “об’єктивне” спостереження зовнішньої поведінки. Насправді необхідно виходити з єдності зовнішнього й внутрішнього, самоспостереження і спостереження. На основі єдності психічного і фізичного, внутрішнього й зовнішнього розкривається єдність самоспостереження і спостереження. Причому мова йде не про спільне застосування зовні двох різнорідних методів, які доповнюють один одного, а про їх єдність і взаємний перехід.

Самоспостереження, тобто спостереження за власними внутрішніми психічними процесами, невідривне від спостереження за їхніми зовнішніми проявами. Пізнання власної психіки самоспостереженням завжди здійснюється опосередковано через спостереження зовнішньої діяльності. Таким чином, зовсім відпадає можливість перетворювати самоспостереження – як того хоче радикальний ідеалізм – у самодостатній, у єдиний або основний метод психологічного пізнання. Разом з тим, оскільки самоспостереження є однією із сторін спостереження, то дані самоспостереження можуть бути перевірені даними спостереження, а отже, відпадають підстави для того, щоб, як прагне поведінкова психологія, зовсім заперечувати самоспостереження.

У низці випадків самоспостереження і спостереження представляють два різні напрямки в аналізі або тлумаченні тих самих вихідних даних. В одному випадку ми від показань нашої свідомості, що відбивають об’єктивну дійсність, ідемо до розкриття тих психічних процесів, які привели до такого, а не до іншого її відбиття; в іншому – від цих показів свідомості, що відбивають об’єктивну дійсність, ми переходимо до розкриття властивостей цієї дійсності.

Маючи тривалу історію й безліч прихильників, які визнають його єдиним і специфічно психологічним методом, самоспостереження мало й багато непримиренних супротивників. Заперечення, які висувалися проти самоспостереження, були двоякого порядку: одні стверджували неможливість самоспостереження; інші відзначали труднощі, з якими воно пов’язане, і його ненадійність.

Першу точку зору особливо різко сформулював родоначальник філософського позитивізму О. Конт. Він писав, що спроба перетворити самоспостереження в метод психологічного пізнання – це “спроба ока побачити самого себе”. Самоспостереження неможливе, тому що неможливе само-роздвоєння суб’єкта на суб’єкт і об’єкт пізнання.

Ми можемо констатувати неможливість інтроспекції за деяких умов (наприклад, при сильних афектах) або слабкий її розвиток у маленьких дітей, але не заперечувати самоспостереження зовсім. Заперечувати існування самоспостереження – означає, доводячи думку до кінця, заперечувати усвідомленість переживання й, в остаточному підсумку, заперечувати свідомість. Підлягати сумніву може не існування самоспостереження, а значення його як методу наукового пізнання.

Автори, які відзначали труднощі й ненадійність самоспостереження, висували головним чином два міркування: самоспостереження не стільки інтроспекція, скільки ретроспекція, не стільки безпосереднє сприйняття, скільки відновлення раніше сприйнятого, тому що неможливе одночасне співіснування спостережуваного процесу з процесом його спостереження; у самоспостереженні об’єкт спостереження залежний від самого спостереження: спостерігаючи явище свідомості, ми його змінюємо, і тому не виключена можливість того, що ми робимо уявне відкриття того, що самі внесли туди. Зазначимо, що ці труднощі реальні, але не непереборні. Подолання їх вимагає з’ясування природи самоспостереження.

Завдання інтроспекції в розумінні інтроспективної психології полягає у тім, щоб за допомогою аналізу вичленити із всіх зв’язків зовнішнього світу явища свідомості як безпосередні переживання. Розповсюджена точка зору, згідно з якою інтроспекція приймається як один з методів психології, але до неї приєднується об’єктивне спостереження, котре доповнює й перевіряє перше, – ні до чого не придатний компроміс. Якби інтроспекція розглядала внутрішній світ поза його зв’язком із зовнішнім світом, дані об’єктивного спосте-

реження не могли б слугувати для перевірки показів самоспостереження. Об'єднання двох принципово різнорідних методів так само незадовільно розв'язує проблему методу, як незадовільно розв'язує проблему предмета психології механічне об'єднання суб'єктивно-ідеалістичного розуміння свідомості з механістичним "об'єктивним" розумінням поведінки.

Але заперечення самоспостереження не означає, що дані самоспостереження зовсім не можна використати в психології й що розуміння самоспостереження не можна перебудувати на основі не тотожності, а справжньої єдності суб'єктивного й об'єктивного.

Очевидно, що дані свідомості використовуються у дослідженні зовнішнього світу. Покази відчуттів про звук, колір, теплоту або масу предметів слугують відправним пунктом для дослідження фізичних властивостей речей. Без цього відправного пункту почуттєвого досвіду ніяке знання й ніяка наука не були б можливі. Але ці ж дані можуть слугувати вихідною точкою для висновків про процес сприйняття. Використання показів свідомості так само можливе й тоді, коли суб'єкт стверджує, що йому зараз тепліше, ніж було раніше. Але в такому випадку постає запитання: чому покази свідомості можуть бути використані стосовно сприйняття людини й не можуть бути використані для пізнання її думок або почуттів?

Прихильники методу словесного звіту схильні визнати правомірність використання показів свідомості в першому випадку й неправомірність їх використання в другому. Вони виходять при цьому з наступного: покази першого типу, оскільки вони стосуються предметів зовнішнього світу, допускають об'єктивну перевірку; другі, стосуючись переживань суб'єкта, такої перевірки не допускають. Однак цей довід спростовується, оскільки психічні процеси не протікають у замкнутому внутрішньому світі, до якого принципово закритий доступ ззовні; ті ж самі психічні процеси можуть стати доступними й для об'єктивного дослідження, що виходить із даних поведінки. То ж, дані самоспостереження можуть бути використані в науковому вивченні психіки як дже-



рело первинної інформації, що вимагає перевірки об'єктивними показниками й допускає її. Лише штучний, неправомірний відрив даних внутрішнього досвіду від зовнішнього досвіду, від об'єктивних даних, перетворює покази самоспостереження в щось недоступне об'єктивному контролю й робить самоспостереження зовсім неприйнятним у науці.

Насправді самоспостереження має певне значення для психологічного пізнання через те, що між свідомістю людини і її діяльністю є зв'язок, але немає тотожності, а у їхній єдності є значні розбіжності й протиріччя. Однак, зберегти інтроспекцію як метод дослідження можна, тільки змінивши розуміння її сутності. Основа для такого перетворення методу самоспостереження закладена в наведеному розумінні свідомості.

У показах самоспостереження, які представляються суб'єктові безпосередніми даними свідомості, завжди є опосередкування, які в них не розкриті. Кожне твердження про власне переживання містить у собі співвіднесення його з об'єктивним світом. Ця предметна віднесеність факту усвідомлення виокремлює його з туманності "чистого" переживання й визначає усвідомлення як психологічний факт. Об'єктивна перевірка безпосередніх даних самоспостереження відбувається за посередництва цього відношення до зовнішнього предметного світу. У силу цього не тільки інші, але і я сам, для того щоб перевірити покази мого самоспостереження, повинен звернутися до їхньої реалізації в об'єктивному акті.

Справжнє усвідомлення власного переживання відбувається за допомогою акту, спрямованого не прямо на нього, а на завдання, що виконується вихідною від нього дією. Дозволяючи її, суб'єкт у відповідній дії розкриває себе. У ході психологічного дослідження, бажаючи з показів випробовуваного одержати дані для вирішення психологічної проблеми, експериментатор направляє своїми запитаннями випробовуваного не на те, щоб він повідомляв, яким йому представляється те, що він робить і переживає, а на те, щоб він за завданням експериментатора чинив відповідну дію й у такий спосіб виявляв не

усвідомлені закономірності, згідно з якими об'єктивно протікають відповідні процеси.

Якщо під інтроспекцією розуміти таке занурення у внутрішнє, котре зовсім ізолювало б і відірвало б внутрішнє, психічне від зовнішнього, об'єктивного, матеріального, то самоспостереження у цьому сенсі не може дати ніякого психологічного знання. Якщо ж під самоспостереженням розуміти спостереження самого себе, власної психіки, то воно включає єдність і взаємозв'язок внутрішнього й зовнішнього спостереження, внутрішніх і зовнішніх даних. Самоспостереження може бути лише фазою, стороною дослідження, яке при спробі перевірити його дані неминуче переходить в об'єктивне спостереження.

Специфічного характеру набуває й зовнішнє, об'єктивне спостереження. І воно виходить з єдності внутрішнього й зовнішнього, суб'єктивного й об'єктивного. Спостерігаючи вчинки людини, ми вивчаємо не зовнішню поведінку саму по собі, а її внутрішній психічний зміст. Таким чином, у спостереженні зовнішня сторона діяльності є лише вихідним матеріалом спостереження, а справжнім його предметом слугує її внутрішній психічний зміст. У цьому основна принципова відмінність спостереження в сучасній психології на відміну від поведінкової психології, що робила зовнішню сторону єдиним предметом психологічного спостереження.

Спостереження – найпростіший і найпоширеніший із всіх об'єктивних методів дослідження. Наукове спостереження, безперечно, відрізняється від звичайного життєвого спостереження, оскільки відповідає певним вимогам.

Основна вимога – це наявність чіткої цільової настанови. Ясно усвідомлена ціль керує спостерігачем, даючи йому правильну установку на предмет спостереження. Відповідно до мети визначається план спостереження, зафіксований у схемі. Плановість і систематичність спостереження становлять істотну рису його як наукового методу. Вони виключають елемент випадковості, властивий життєвому спостереженню, і створюють хоча б мінімальну іденти-

чність умов спостереження. При відсутності плану спостереження виконуються щораз із варіативних установок, зміни яких неможливо врахувати. Тому залишається невідомим, за рахунок чого мають місце встановлені зміни в спостереженнях – чи за рахунок умов, що не піддаються обліку, при яких проводилося спостереження, чи за рахунок самих спостережуваних явищ. Об'єктивність спостереження залежить насамперед від його плановості й систематичності.

Якщо спостереження будується на основі чітко усвідомленої мети, то воно має вибірковий характер. Вимога вибіркової перебуває начебто в суперечності з іншою вимогою до об'єктивного спостереження – з вимогою повноти або, навіть, фотографічності спостереження. Однак, ця суперечність гадана: лише при виконанні першої умови й на її основі виявляється можливим виконати друге. Спостерігати все в силу безмежного різноманіття існуючого зовсім неможливо. Усяке спостереження тому неминуче носить вибірковий, частковий характер. Відбір матеріалу здійснюється не стихійно й тому випадково, а свідомо, тобто планово. Лише за цієї умови можлива відносна повнота спостереження у межах створених у такий спосіб рамок.

Вимога фотографічності, яку технічно реалізують в психології шляхом використання не тільки фотографії, але й кінематографа, означає не тільки, а іноді не стільки вимогу повноти, скільки вимогу об'єктивності спостереження, тобто фіксації фактичного матеріалу незалежно від його тлумачення. При цьому враховують, що хоча й варто розрізняти факти та їх суб'єктивне тлумачення, але не можна опис фактів та їх тлумачення відривати. Спостереження стає методом наукового пізнання лише постільки, оскільки воно не обмежується простою реєстрацією фактів, а переходить до формулювання гіпотез, для того щоб перевірити їх на нових спостереженнях і, беручи до уваги виключення, уточнити первісні гіпотези або замінити їх новими. Такою організацією спостереження пояснюється той факт, що деякі науки (соціологія, астрономія тощо) змогли досягти помітної досконалості. Дійсно, науково плідним

об'єктивне спостереження стає постільки, оскільки воно пов'язане з формулюванням і перевіркою гіпотез. Таким чином, фактичний матеріал і його тлумачення, не змішуючись, поєднуються найтіснішим чином.

Дослідження завжди виходить з певного розуміння. Виходячи з певного розуміння, воно, однак, рано або пізно розкриває факти, які руйнують або видозмінюють вихідне розуміння, що привело до їх розкриття й веде до нового розуміння; нове розуміння орієнтує дослідження на нові факти і т.д. Лише врахувавши ці загальні методологічні міркування, можна розв'язати принципові труднощі, з якими пов'язане об'єктивне спостереження.

Проте постає запитання: як можна за допомогою спостереження вивчати психічні, внутрішні процеси? Що є предметом психологічного спостереження? Прихильники об'єктивної поведінкової психології відповідають: тільки зовнішні реакції, рухи, жести й нічого більше, тому що тільки вони – об'єктивні факти. Але спостереження, що обмежилося зовнішніми реакціями, могло б бути об'єктивним, але воно не було б психологічним. Опис поведінки, що може представляти інтерес у психологічному плані, завжди повинен містити в собі психологічне тлумачення.

Насправді спостереження в психології спрямоване не на реакції, не на зовнішні дії самі по собі, а на їхній психічний зміст. При цьому доводиться зважати на те, що зовнішній акт безпосередньо не тотожний із внутрішньою операцією й тому неоднозначно її визначає. А отже, точка зору тих психологів, які вважають, що психічний зміст даний інтуїтивно, тобто безпосередньо в зовнішньому об'єктивному спостереженні описового типу, в остаточному підсумку так само неспроможна, як і точка зору тих, які вважають психічний зміст взагалі недоступним для об'єктивного спостереження.

Психологічне тлумачення зовнішніх дій здійснюється на основі гіпотез, які не можуть і не повинні бути усунуті в процесі спостереження, але які можуть і повинні бути в ньому перевірені. Доля цих психологічних тлумачень

вирішується залежно від того, чи приводять вони до розкриття закономірних зв'язків психічних явищ, тобто чи переходить опис у пояснення.

Опис явищ на основі спостереження правильний, якщо укладене в ньому психологічне розуміння внутрішньої психічної сторони зовнішнього акту дає закономірне пояснення його зовнішнього протікання в різних умовах.

Загалом основна перевага об'єктивного спостереження полягає в тому, що воно дає можливість вивчати психічні процеси в природних умовах. Однак при вивченні явищ, у яких відношення між зовнішньою стороною поведінки та їх внутрішнім психічним змістом складне, об'єктивне спостереження, зберігаючи своє значення, у більшій частині доповнюється іншими методами дослідження.

### **Запитання**

- \* *Які методи використовуються виключно у педагогічних дослідженнях?*
- \* *Які з відомих Вам методів дослідження можна використати на етапі збору дослідних даних?*
- \* *Які з відомих Вам методів дослідження можна використати на етапі опрацювання дослідних даних?*
- \* *Які з відомих Вам методів дослідження можна використати на етапі інтерпретації отриманих результатів?*

### **Завдання**

- \* *Наведіть приклад методу дослідження.*
- \* *Проілюструйте використання методів дослідження в емпіричному та теоретичному пізнанні освітніх проблем.*
- \* *Розкрийте технологію побудови методики дослідження.*
- \* *Розкрийте характерні ознаки загальних методів дослідження.*
- \* *Наведіть приклад методичного прийому, що використовується у рамках наведеного методу дослідження.*

*\* Проілюструйте той факт, що метод дослідження можна реалізувати шляхом використання різних методичних прийомів. Що беруть до уваги у такому виборі?*

*\* Проілюструйте якісні стрибки у процесі пізнання завдяки застосуванню більш точних методів дослідження.*

*\* Розкрийте спільні і відмінні ознаки методик збору, опрацювання та інтерпретації даних.*

*\* Розкрийте об'єктивність методу дослідження.*

*\* Наведіть приклад методів, які використовуються у педагогічних і психологічних дослідженнях.*

*\* Назвіть методи опосередкованого і безпосереднього дослідження освітніх проблем.*

*\* Покажіть на гіпотетичному прикладі роботу адекватних і неадекватних методів дослідження.*

*\* Покажіть, як об'єктивні закони дійсності позначаються на конструюванні методів дослідження.*

*\* Проілюструйте той факт, що метод дослідження – це спосіб досягнення конкретної пізнавальної мети.*

## **§ 6. Об'єкти вивчення і спостереження**

**Вимоги до об'єктів вивчення і спостереження.** У дослідженні освітніх проблем об'єктами вивчення можуть слугувати окремі індивіди (учні, учителі, адміністратори, батьки тощо), окремі засоби (підручники, навчальні посібники, методичні посібники, класні приміщення, навчальні заклади тощо). Об'єктами спостереження слугують групи індивідів (група учнів, клас, навчальний заклад, батьківський комітет тощо), групи перелічених засобів і т.д. У процесі дослідження в об'єктів вивчення з'ясовують певні характеристики (величини, властивості, ознаки), що носять назву об'єктів обстеження. Об'єкт обстеження – це сутність, яка вивчається у процесі дослідження. Якщо порів-

нюються індивіди у групі, то одиницею аналізу є показники вимірної у них величини, зафіксованої властивості чи ідентифікованої ознаки. Якщо порівнюються групи, утворені з об'єктів вивчення (об'єкти обстеження), то одиницею аналізу слугують різного роду групові показники.

До об'єктів вивчення у науковому дослідженні висуваються певні вимоги. Наприклад, для дослідження деформації стиску використовують зразки циліндричної форми з висотою не набагато більшою за діаметр і т.д. Зазначені вимоги обумовлені необхідністю нівелювання впливу геометричних параметрів зразка на його механічні властивості.

Коло вимог розширюється у процесі оперування з об'єктами спостереження. Суттєвою вимогою до об'єктів спостереження є їх однорідність. Наприклад, при аналізі механічних властивостей деревини потрібно брати зразки однієї породи дерева, однакового віку, однієї місцевості з однаковими умовами проростання, вирізані з певного місця ствола на даній висоті і відстані від серцевини, з однаковим напрямом волокон і положенням річних кілець. Однорідність загалом визначається кількістю взятих до уваги параметрів, відмінністю у зазначених параметрах, кількістю відмінних параметрів та ступенем впливу кожної з відмінностей на досліджувану характеристику.

На точності результатів дослідження позначаються не тільки внутрішні параметри об'єктів вивчення і спостереження, а й зовнішні умови, в яких воно здійснюється. Як наслідок, до виконання обстежень пред'являється вимога константності. Зокрема при обстеженні зразків деревини потрібно забезпечити однакові температуру оточуючого середовища та вологість об'єктів вивчення.

В гуманітарних дослідженнях до зразків (об'єктів вивчення) та умов проведення обстежень висуваються ті ж вимоги. Проте у таких дослідженнях досягти однорідності об'єктів спостереження та константності умов їх обстеження дуже важко. Завдяки зазначеній неоднорідності та відсутності константності, що призводить до мінливості характеристик об'єктів вивчення

та одержаних результатів їх обстеження, з'являється предмет статистичного числення – випадкове значення величини чи властивості.

**Сукупність і вибірка.** В обстеженні характеристик об'єктів спостереження можливі два випадки. Зокрема можна обстежувати досліджувану характеристику у деякої кількості ідентичних об'єктів або обстежувати досліджувану характеристику кілька разів в одного об'єкта. Між двома типами обстежень немає принципової різниці. Бо другий тип обстеження можна звести до першого, якщо при кожному новому обстеженні досліджуваний об'єкт розглядати як новий, цілком однорідний з першим. Тоді можна припустити, що є деяка необмежена (щонайменше досить велика) сукупність майже однорідних об'єктів (повну однорідність забезпечити неможливо).

В обстеженні об'єктів спостереження можливі два випадки: кількість об'єктів, що підлягають обстеженню, може бути скінченною або нескінченною.

Якщо кількість об'єктів вивчення, що підлягають обстеженню, скінченна, то досліджувану характеристику обстежують у всіх об'єктів вивчення або з об'єктів, що підлягають обстеженню, у певний спосіб відбирають групу об'єктів, які піддаються обстеженню. Якщо кількість об'єктів вивчення, що підлягають обстеженню, нескінченна, то з них у певний спосіб відбирають групу об'єктів, які піддаються обстеженню.

Об'єкти вивчення, які підлягають обстеженню, утворюють сукупність. Об'єкти вивчення, які піддаються обстеженню, утворюють вибірку. Іншими словами, сукупність – це група об'єктів, об'єднаних спільною ознакою, стосовно яких формулюється дослідницька гіпотеза. Вибірка – частина елементів сукупності, певним чином відібрана для дослідження її характеристик.

Як бачимо, в емпіричних дослідженнях можливі випадки, коли усі об'єкти вивчення, на які поширюються результати наукового пошуку, залучаються до дослідження або до дослідження залучається лише частина з тих об'єктів вивчення, на які поширюються одержані результати.



Насправді дослідника цікавлять не сукупності і вибірки об'єктів вивчення, а сукупності і вибірки значень обстежуваної характеристики. У процесі дослідження дослідник цікавиться не об'єктами сукупності, а значеннями характеристики, пов'язаної з об'єктами, тому припустимо вести мову не про сукупність об'єктів, а про сукупність значень досліджуваної характеристики. Аналогічно припустимо вести мову не про вибірку об'єктів із сукупності, а про вибірку значень досліджуваної характеристики.

Сукупністю називають загальну кількість об'єктів вивчення чи можливих значень обстежуваної характеристики. Вибірка – це об'єкти, відібрані з сукупності для дослідження, або реальні значення обстежуваної характеристики, одержані в процесі дослідження. Сукупність може бути скінченною або нескінченною, вибірка завжди скінченна. У випадку скінченної сукупності дослідник може оперувати усіма її об'єктами. Коли об'єм сукупності відносно великий, то її наближено вважають нескінченною, оскільки статистичні розрахунки в такому випадку простіші. В емпіричних дослідженнях завжди оперують скінченною кількістю об'єктів вивчення чи результатів обстеження.

Є кілька причин того, що оперують не сукупністю, а вибіркою з неї. Зокрема дослідник не може зафіксувати кожне слово кожного індивіда в групі, за якою він спостерігає. Він фіксує лише частку інформації з тієї, яку можна отримати в процесі спостереження. Те, що дослідник зафіксував, є вибіркою з того, що він міг би зафіксувати. Аналогічно, педагогічні зібрання, які відвідав дослідник протягом року, є вибіркою з усіх зібрань, проведених педагогічним колективом впродовж зазначеного періоду. Із зазначеного випливає, що якщо об'єм скінченної сукупності відносно великий, то дослідити усі її об'єкти технічно складно. У випадку нескінченної сукупності дослідити усі її об'єкти принципово не можливо.

Метою деяких досліджень є вивчення виокремленої характеристики об'єктів сукупності. Це завдання можна розв'язати, обстеживши усі об'єкти сукупності. Проте часто це або практично неможливо, або технічно складно, а

отже, необхідно обмежитися обстеженням вибірки об'єктів з цієї сукупності і на основі одержаних даних зробити відповідні висновки, використовуючи математичний апарат статистичного числення, що можливо лише тоді, коли вибірка задовільно відтворює сукупність стосовно досліджуваної характеристики. Для забезпечення точності і надійності таких висновків необхідно при виконанні обстеження подбати про те, щоб вибірка значень досліджуваної характеристики дійсно могла слугувати пробою, на основі якої можна було б судити про істинне значення досліджуваної характеристики, що виражається повною мірою лише сукупністю значень досліджуваної характеристики. Для цього необхідно розв'язати два завдання:

- встановити, яка кількість об'єктів вибірки достатня для того, щоб на її основі можна було робити точні і надійні висновки щодо сукупності;
- з'ясувати, з яких саме об'єктів потрібно утворити вибірку, щоб її можна було розглядати в якості репрезентативного зразка досліджуваної сукупності.

Відповідь на перше запитання можна отримати, використовуючи таблицю достатньо великих чисел, відповідь на друге запитання – використовуючи таблицю випадкових чисел.

Зазначене вище у повній мірі стосується дослідження освітніх проблем, в яких результати часто одержують на об'єктах вибірки і переносять їх на сукупність. При цьому висувається та ж вимога: за результатами дослідження вибірки якомога точніше з'ясувати характеристики сукупності. Для того, щоб процес такого переносу був обґрунтованим, вибірка має бути репрезентативною. Репрезентативна вибірка ідеально відтворює узагальнені характеристики сукупності об'єктів вивчення.

Оскільки реальна вибірка ідеально не відтворює структуру сукупності, то узагальнені значення характеристик об'єктів вибірки не збігаються з такими для об'єктів сукупності. Розбіжність між ними називають похибкою репрезентативності. За причинами виникнення ці похибки поділяються на

систематичні та випадкові. Систематична похибка виникає за умови, що під час формування вибірки у певному напрямі порушується вимога відповідності. Випадкова похибка – це наслідок випадковості відбору елементів вибірки для обстеження. При організації обстеження важливо запобігти виникненню систематичної похибки. Що стосується випадкової похибки, то уникнути її неможливо, проте можна визначити її розмір і по можливості регулювати.

Залежно від методу утворення вибірок з об'єктів сукупності розрізняють декілька їх типів.

**Проста випадкова вибірка** утворюється шляхом випадкового (з однаковою ймовірністю) вибору об'єктів вивчення з сукупності.

Нехай потрібно з сукупності 200 студентів утворити просту випадкову вибірку з 20 студентів. Це можна зробити наступним чином. Завести для кожного студента карточку, на якій вказати його прізвище та ініціали. Карточки ретельно перемішати і наугад дістати з корзини 20 карточок. При цьому можна кожного вибраного студента заносити до списку, а його карточку повертати назад у корзину. Якщо виймається карточка з тим же студентом, то таким вибором нехтувати. Звісно, що за такої технології утворення простої випадкової вибірки ймовірність для кожного студента потрапити у вибірку цілком однакова (якщо карточки ретельно перемішані і забезпечується однаковий доступ до них у процесі їх виймання з корзини), проте описана технологія дещо громіздка. Процедуру утворення простої випадкової вибірки в описаному випадку можна дещо спростити, а саме, не повертати карточки у корзину. Зрозуміло, що кожний наступний елемент вибірки має дещо більшу ймовірність потрапити до неї, ніж попередній. Але, якщо кількість елементів сукупності набагато перевищує кількість елементів вибірки, то такими відмінностями можна знехтувати і вважати в такий спосіб одержану вибірку простою випадковою.

Існує й інший спосіб утворення простої випадкової вибірки. Насамперед елементи сукупності випадковим чином (з використанням таблиці випадкових чисел (див. табл. 6.1) нумерують. Зробити це можна у такий спосіб. На початку елементи сукупності розміщують в алфавітному порядку. Після цього у таблиці випадкових чисел у будь-якому місці вибирають початкову точку, від якої ведуть відлік (це не обов'язково має бути початок таблиці). Відлік ведеться за записами у колонках. До уваги беруться перші три цифри чисел (бо 200 – це тризначне число). Тризначні числа в колонках, не більші за 200, випишують аж поки їх не набереться 200. Однакові числа пропускаються. Порядковий номер випадкового числа у їх ряді з 200 чисел відповідає порядковому номеру студента у списку, а саме число є випадковим номером для цього студента. За результатами такого нумерування у вибірку потрапляють ті студенти, випадкові номери яких не більші за 20.

Як бачимо, в утворенні простої випадкової вибірки можна наугад вибирати об'єкти або усім об'єктам сукупності випадково приписати номери і відібрати ті, які не більші за кількість елементів вибірки.

Описані способи утворення простої випадкової вибірки придатні для використання у випадку невеликого об'єму сукупності. Якщо об'єм сукупності великий, то використовують комп'ютерну техніку. За допомогою комп'ютера розташовують учасників відбору в алфавітному порядку, присвоюють їм випадкові номери, користуючись генератором випадкових чисел і відбирають до вибірки елементи з випадковими номерами не більшими за об'єм вибірки.

Хоча проста випадкова вибірка ніколи ідеально не репрезентує сукупність, її схожість з нею є більшою, ніж тоді, коли дослідник використовує не випадкові методи утворення вибірки. Відмінності між простою випадковою вибіркою і сукупністю, як правило, не значні і не систематичні. Більше того, чим більшою за розміром є проста випадкова вибірка, тим краще вона репрезентує сукупність. Водночас утворити просту випадкову вибірку з чисельної сукупності технічно важко. Якщо об'єм

сукупності настільки великий, що з міченням кожного елемента ледь справляється потужний комп'ютер, то таку сукупність умовно можна вважати нескінченною. Нескінченними є і ті сукупності, які дійсно містять нескінченну кількість елементів. Як з елементів таких сукупностей утворити просту випадкову вибірку?

**Стратифікована випадкова вибірка** – вибірка, в якій об'єкти у виокремлених групах чисельно представлені у тій же пропорції, в якій вони знаходяться у сукупності.

Стратифікована випадкова вибірка утворюється шляхом поділу сукупності на групи і простого випадкового відбору у межах кожної групи. При цьому кількість елементів у кожній групі вибірки пропорційна їх кількості у кожній групі сукупності.

Щоб утворити стратифіковану випадкову вибірку, дослідник:

- ідентифікує сукупність, на яку розповсюджуватимуться результати дослідження;
- виділяє фактори (та їхні рівні), які найсуттєвіше можуть позначитися на результатах дослідження;
- визначає кількість груп поділу сукупності за цими факторами та рівнями;
- підраховує процентне співвідношення об'єктів вивчення у кожній з виділених груп стосовно їх кількості у сукупності;
- визначає об'єм вибірки;
- вираховує чисельність кожної з груп вибірки (відносна кількість об'єктів вивчення у групі вибірки дорівнює відносній їх кількості у групі сукупності);
- з кожної групи сукупності утворює групу вибірки, використовуючи один із способів утворення простої випадкової вибірки.

Загалом стратифікована випадкова вибірка краще у порівнянні з простою випадковою вибіркою репрезентує сукупність, але утворити її технічно

складніше. При наповненні страт об'єктами вивчення використовують ті ж технології, що і у випадку утворення простої випадкової вибірки.

**Кластерна випадкова вибірка.** Дуже часто існують різного характеру обмеження, що не дозволяють досліднику утворити з сукупності просту випадкову чи стратифіковану випадкову вибірку. Як правило, це тоді, коли члени сукупності уже згруповані для певного процесу, що триває, і виривати їх з нього неможливо (або це потребує значних фінансових, часових чи організаційних витрат). Тоді утворюють просту випадкову вибірку, але не з об'єктів вивчення, а з об'єктів спостереження (кластерів). За таких обставин дослідник поступає так, як і у випадку утворення простої випадкової вибірки. Дає усім кластерам назви, записує назви кластерів на окремих картках, поміщає усі картки у корзину і наугад виймає з корзини необхідну кількість карток (кластерів), які утворюють вибірку. При цьому, як і у випадку утворення простої випадкової вибірки, картки з назвами кластерів можна назад повертати у корзину, або нехтувати відмінностями ймовірності для кожного кластера попасти у вибірку. В іншому випадку дослідник впорядковує кластери (можна алфавітно тощо), впорядковано випишує з таблиці випадкових чисел числа, не більші за кількість кластерів, нумерує кластери за допомогою впорядкованого ряду випадкових чисел (зіставляючи члени першого і другого впорядкованих рядів) і відбирає ті кластери, номери яких не перевищують кількості кластерів у вибірці. Як у першому, так і в другому випадках до дослідження залучаються усі об'єкти вивчення у кластері. Чим більше кластерів, тим більш репрезентативною є вибірка. Перевага кластерної випадкової вибірки в тому, що вона може бути використана тоді, коли важко або неможливо утворити просту випадкову вибірку з об'єктів вивчення. Проте дуже часто такі вибірки задовільно не репрезентують сукупність.

Мають місце випадки, коли недосвідчені дослідники випадково вибирають один (чи навіть кілька) кластерів і вважають, що вони утворили просту випадкову вибірку об'єктів вивчення з їх сукупності. Насправді це не так, бо

випадково з сукупності об'єктів вивчення вибрано кластери, а не об'єкти вивчення. Якщо випадково вибираються кластери, то висновки поширюються на сукупність кластерів, а не на сукупність об'єктів вивчення. Якщо випадково вибираються об'єкти вивчення, то висновки поширюються на сукупність об'єктів вивчення, з якої випадково утворено їх вибірку.

Часто у процесі утворення вибірки поєднуються ідеї простої випадкової та кластерної випадкової вибірок. Нехай досліднику потрібно утворити вибірку в 100 осіб з сукупності 2500 учнів, які навчаються у 100 класах. Дослідник міг би пронумерувати усіх членів сукупності і наугад чи за допомогою таблиці випадкових чисел вибрати 100 учнів. У такий спосіб утворена вибірка була б простою випадковою, проте її утворити не просто і не дешево. Дослідник може також пронумерувати усі 100 класів (кластерів), за допомогою таблиці випадкових чисел чи наугад вибрати 4 класи і залучити до дослідження по 25 учнів у випадково відібраних класах. Зрештою, дослідник може випадково вибрати 25 класів і в кожному з класів випадково вибрати по 4 учні. У такий спосіб утворена вибірка поєднує ознаки кластерної і простої випадкової вибірок. Звісно, другий і третій варіанти щодо репрезентативності поступаються першому. Водночас, якщо не можна скористатися першим способом, то якому (другому чи третьому) віддати перевагу? Відповісти однозначно важко. Потрібно якісно порівняти неоднорідності, спричинені специфікою навчального закладу та специфікою особистісних якостей учнів. Можливо, такий аналіз вкаже на інший спосіб утворення вибірки, скажімо з 10 кластерів по 10 учнів у кожному?

У процесі утворення кластерних випадкових вибірок можливі також випадки, коли дослідник власноруч утворює кластери, а не використовує ті, що утворилися природним шляхом.

**Систематична випадкова вибірка** утворюється шляхом випадкового нумерування усіх об'єктів сукупності від 1 до  $N$ , визначення об'єму вибірки  $n$  та розміру інтервалу  $k = N/n$ , випадкового вибору цілого числа між 1 і  $N$  (з

якого розпочнеться відбір елементів вибірки), вибору кожного  $k$ -ого номера. Щоб вирішити, з якого елемента сукупності починати відбір (не обов'язково з першого), виготовляють карточки для усіх членів сукупності і випадково вибирають одну з них. Витягнений номер вказує на порядковий номер елемента, з якого починатиметься відлік. Як правило, крок вибору елементів вибірки із списку членів сукупності є часткою від ділення об'єму сукупності на об'єм вибірки. Водночас, збільшивши крок удвічі, дослідник двічі скануватиме список членів сукупності.

Загалом, якщо список елементів сукупності складено випадково, то систематична вибірка, утворена з неї, є випадковою. Проте існує певна загроза отримати не репрезентативну вибірку, якщо не випадково утворити список членів сукупності, з якої утворюється систематична випадкова вибірка. Бо якщо, наприклад, механічно звести учительські списки в єдиний (а учителі розташували учнів у порядку академічних досягнень, у кожному окремому списку однакова кількість учнів, кількість учнів у кожному окремому списку кратна  $k$  (порядку відбору учнів у вибірку), то можна утворити вибірку, в яку попадуть учні з певними сталими характеристиками, що не репрезентує сукупність. Один із способів випадкового утворення списку елементів сукупності передбачає їх алфавітне упорядкування, упорядковане виписування з таблиці випадкових чисел усіх чисел, не більших за кількість об'єктів у сукупності, приписування кожному індивіду випадкового числа на основі зіставлення двох рядів  $i$ , врешті, розташування елементів сукупності у порядку випадково одержаних номерів.

В окремих випадках перелічені чотири способи утворення випадкової вибірки не дають бажаного результату стосовно її репрезентативності. Тому дослідник вдається до їх вдалого поєднання.

Як правило, у дослідженнях віддають перевагу випадковим вибіркам, проте мають місце випадки, коли утворити випадкову вибіркою важко або



недоцільно. Тому у дослідницькій практиці, крім випадкових, використовують не випадкові вибірки.

**Зручна вибірка.** Прикладом не випадкової вибірки є зручна вибірка. Одним з найпростіших способів утворення зручної вибірки є залучення до дослідження тих, хто знаходиться поруч (прохожі на вулиці, студенти навчального закладу, де працює дослідник, тощо). Загалом такі вибірки не рекомендується використовувати, оскільки вони, як правило, не репрезентативні. Якщо без використання зручної вибірки не обійтись, то дослідник має повторити дослідження на іншій зручній вибірці і порівняти їх з попередніми. Повторні дослідження бажано провести на якомога більшій кількості зручних вибірок і, якщо можливо, скористатися усередненим значенням досліджуваної характеристики. Перевагою зручних вибірок є можливість з їх використанням зібрати великий масив інформації протягом відносно невеликого відрізка часу.

У зв'язку з зазначеним варто пам'ятати, що ті, хто дав відповідь на запитання під час опитування по телефону або через листування, репрезентують сукупність тих, хто був вдома, хто має бажання у такий спосіб висловити свою думку, тих, у кого є для цього час, тощо, але не сукупність індивідів певного віку, соціального статусу тощо.

**Цільова вибірка.** Іншим прикладом не випадкової вибірки є цільова вибірка. Утворення цільової вибірки пов'язано з тим, що дослідник, знаючи сукупність і виходячи з кінцевих цілей наукового пошуку, сам вирішує, кого залучати до дослідження. Утворена у такий спосіб вибірка є цільовою.

Утворюючи цільову вибірку, дослідник керується певними міркуваннями. Як правило, він переслідує мету утворити вибірку з певними характеристиками. Перше, що він при цьому вирішує, чи підходить об'єкт вивчення за виокремленою характеристикою, щоб бути залученим до дослідження. За складом учасників дослідження цільові вибірки поділяються на вибірки експертів та типових представників.

- Вибірка експертів. До такої вибірки залучаються особи з досвідом у деякій галузі. Є кілька причин того, щоб утворювати саме такі вибірки. Використання вибірки з експертів – найкращий спосіб з'ясувати думку осіб з досвідом у певній галузі. Проте експерти теж можуть помилятися.

- Вибірка типових представників (модальна вибірка). Дослідник залучає до дослідження типових (тих, що найчастіше зустрічаються) об'єктів вивчення. При цьому виникають певні проблеми. За якими характеристиками визначати типових об'єктів? Чому саме за ними? Чому інші характеристики не входять у перелік параметрів типового представника?

Виокремлюють декілька способів утворення цільової вибірки:

- Квотна вибірка. Вибірка структурно складається з кількох груп. Дослідник не випадково відбирає об'єкти у кожену групу на основі певної квоти. Існують пропорційні і непропорційні квотні вибірки. У пропорційній квотній вибірці відносна кількість об'єктів вивчення у кожній групі така, як їх відносна кількість з цією характеристикою у сукупності. Утворюючи непропорційну квотну вибірку, дослідник користується критерієм найменшої кількості об'єктів вивчення у кожній групі, яку потрібно залучити до дослідження. При цьому постає запитання: за якою характеристикою квотувати вибірку (статтю, віком, освітою, віросповіданням тощо). Непропорційну (гетерогенну) вибірку утворюють тоді, коли дослідник прагне відобразити усі точки зору, але не переймається проблемою їх пропорційності щодо досліджуваної сукупності. Команда, яка відбирається для проведення сесій мозкового штурму, є прикладом гетерогенної вибірки, оскільки у цій ситуації важливо одержати якомога більше різнобічних ідей, а не зациклитися на середньому чи такому, що найчастіше зустрічається, підході.

- Утворюючи лавиноподібну вибірку, дослідник вибирає особу, яка відповідає певним критеріям, і залучає її до дослідження. Після цього дослідник просить залучену особу залучити до дослідження індивіда з такими ж характеристиками і т.д. У такий спосіб вдаються тоді, коли досліднику важко власно-

руч відшукати осіб за певними параметрами. Це, безперечно, легше зробити тим, хто володіє певними характеристиками і контактує з такими ж індивідами.

Аналіз свідчить, що не випадкові вибірки не обов'язково не репрезентативні. Проте в опрацюванні емпіричних даних, зібраних з використанням не випадкових вибірок, потрібно бути обережним у застосуванні теорії ймовірностей.

**Репрезентативність вибірки.** У процесі дослідження часто доводиться робити висновки про характеристики сукупності на основі вивчення характеристик вибірки, утвореної з неї. Насамперед це тоді, коли сукупність нескінченна, велика за розміром, географічно розпорошена, обстеження одного об'єкта вивчення вимагає багато коштів чи часу тощо. Наскільки точно зроблена оцінка характеризує сукупність серед іншого залежить від того, наскільки вибірка є репрезентативною щодо сукупності, тобто наскільки точно її відтворює. Тому одним із завдань емпіричного дослідження є створення репрезентативної вибірки.

Коли ведуть мову про репрезентативність вибірки, то мають на увазі її подібність до сукупності, з якої вона утворена, за виокремленою характеристикою. Строго кажучи, вибірка репрезентує сукупність за виокремленою характеристикою, якщо розподіл її значень у вибірці аналогічний до розподілу в сукупності. Слід зазначити, що до вибірки можуть бути висунуті вимоги відповідності сукупності не за однією, а за двома чи більшою кількістю характеристик або їх комбінаціями. У такому випадку репрезентативність вибірки означає, що з деякою наперед заданою і статистично визначеною похибкою розподіл значень досліджуваних характеристик або їх комбінацій у вибірці відповідає реальному розподілу їхніх значень у сукупності. Між тим, репрезентативну вибірку за всіма важливими для дослідження характеристиками утворити важко, тому потрібно гарантувати репрезентацію за головною характеристикою в умовах даного дослідження. При цьому нехтується

невідповідність вибірки і сукупності за іншими характеристиками. Зрозуміло, що вибірка, репрезентативна за однією характеристикою, може бути не репрезентативною за іншими характеристиками.

У репрезентативній вибірці кількості елементів за значеннями виділеної характеристики, кількох характеристик чи їх комбінацій наближаються до відповідних пропорцій у сукупності. Репрезентативність треба розуміти як збігання за величиною числових значень характеристик, притаманних сукупності і вибірці. У зв'язку з цим, репрезентативність – це здатність вибірки відображати характеристики сукупності.

Репрезентативність вибірки – це її здатність представляти досліджувані явища у сукупності. Звичайно, повне уявлення про досліджуване явище може дати тільки сукупність. А тому репрезентативність вибірки є основним критерієм при визначенні меж поширення результатів дослідження. Узагальнення завжди обмежене рівно настільки, наскільки репрезентативною є вибірка. Тим не менше, існують прийоми, що дозволяють одержати достатньо репрезентативні вибірки.

Щоб утворити репрезентативну вибірку, потрібно у кожного об'єкта сукупності обстежити певну характеристику, побудувати розподіл її значень і відібрати такі об'єкти і у такій кількості, щоб вони утворили аналогічний розподіл значень у вибірці. Дещо спрощеним варіантом описаного способу утворення репрезентативної вибірки є обстеження виокремленої характеристики у сукупності, обчислення середнього арифметичного одержаних значень і залучення до вибірки елементів із значеннями виділеної характеристики, близькими до середнього арифметичного. Процедура не проста, але у випадку нечисельних сукупностей її реалізувати можна. У такий спосіб утворюють вибірки, коли багаторазово досліджують явища чи процеси, що протікають у сукупності, але при цьому залучати до дослідження усіх членів сукупності або економічно не вигідно або не доцільно. Зазначені способи утворення репрезентативної вибірки придатні теоретично, проте практично їх не використовують.

Вище зазначалося, що найкраще претендують на статус репрезентативних вибірок випадкові вибірки. З метою утворення простої випадкової вибірки вдаються до випадкового відбору елементів вибірки з сукупності. При цьому часто користуються таблицею випадкових чисел (табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Фрагмент таблиці випадкових чисел

1534	6128	6047	0806	9915	2882	9213	8410	9974	3402
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Діючи так, сподіваються, що якщо створити умови, щоб усі елементи сукупності мали однакові шанси потрапити у вибірку, то утворена у такий спосіб вибірка задовільно відображатиме характеристики сукупності. Загалом такі сподівання не безпідставні з точки зору теорії ймовірностей, водночас процес такого відбору не позбавлений впливу локальних флуктуацій, які проявляються тим з більшою силою, чим меншим стосовно сукупності є об'єм вибірки.

Тобто репрезентативність вибірки певною мірою визначається її об'ємом. Якщо вибірка за розміром мала, то протилежного напрямку флуктуації не компенсуються і значення характеристик сукупності і вибірки не збігаються. При великих розмірах вибірки значення зазначених параметрів практично збігаються.

Загалом величина помилки репрезентативності залежить від: а) варіації значень характеристики – чим більша дисперсія її значень, тим більшого значення набуває помилка репрезентативності; б) чисельності вибірки  $n$  стосовно чисельності сукупності  $N$  – чим більше їх відношення, тим меншою є помилка репрезентативності; в) способу відбору об'єктів до вибірки.

**Об'єм вибірки.** Вибірки малого об'єму переважно незадовільно репрезентують відповідні сукупності. Вибірки великого об'єму загалом краще їх репрезентують. Як наслідок, при виборі кількості об'єктів вивчення прагнуть взяти їх якомога більше (підвищується точність дослідження), але це веде до

часових і матеріальних витрат. Більше того, необґрунтоване збільшення об'єму вибірки позбавлене сенсу.

Як же визначити необхідний і достатній об'єм вибірки? Визначення об'єму вибірки – одна з першочергових задач, яку розв'язують у процесі планування емпіричного дослідження. Проектуючи обстеження вибірки, визначають мінімально достатній її об'єм, за якого вибіркові оцінки репрезентують характеристики сукупності з заданою точністю. При цьому дослідник виходить з величини допустимої похибки визначення характеристик сукупності.

Існує усталена практика розв'язання цієї важливої методологічної задачі. При визначенні об'єму вибірки  $n$  виходять з того, щоб значення деякої характеристики  $a$  (для вибірки) відрізнялося від значення цієї характеристики  $A$  (для сукупності) в межах похибки обстеження. Саме цей факт є розумним граничним значенням об'єму вибірки  $n$  з сукупності об'ємом  $N$ .

З урахуванням зазначеного виведено математичні співвідношення для визначення оптимального об'єму вибірки. Необхідну чисельність простої випадкової вибірки для визначення значення досліджуваної характеристики сукупності за її вибірковим значенням розраховують за формулами:

$$\text{а) при повторному відборі: } n = \frac{t^2 s^2}{\Delta^2}; \quad (6.1)$$

$$\text{б) при безповторному відборі: } n = \frac{t^2 s^2 N}{\Delta^2 N + t^2 s^2}. \quad (6.2)$$

У випадку визначення частки об'єктів, що володіють певною ознакою, використовують співвідношення:

$$\text{а) при повторному відборі: } n = \frac{t^2 w(1-w)}{\Delta^2}; \quad (6.3)$$

$$\text{б) при безповторному відборі: } n = \frac{t^2 w(1-w)N}{\Delta^2 N + t^2 w(1-w)}. \quad (6.4)$$

У співвідношеннях (6.1) – (6.4)  $n$  – об'єм вибірки,  $N$  – об'єм сукупності,  $s$  – стандартне відхилення (у %) обстежуваної характеристики у вибірці,  $\Delta$  – граничне відхилення досліджуваної характеристики (у %),  $t$  – параметр, який визначає величину довірчого інтервалу для вибраної ймовірності виходу за

межі граничного відхилення,  $w = \frac{m}{n}$  ( $m$  – кількість об'єктів у вибірці, що володіють певною ознакою).

Потрібно зазначити, що строгі рекомендації щодо об'єму вибірки відсутні, оскільки необхідні параметри для обчислення з'являються лише після того, як дослідження уже виконано. Як наслідок, в обчисленні об'єму вибірки використовують значення стандартного відхилення, одержане у попередніх дослідженнях. Якщо такі відомості відсутні, то виконують фрагментарне обстеження і, припускаючи нормальність розподілу досліджуваної характеристики, використовують співвідношення  $s = R / 6$ , де  $R = x_{max} - x_{min}$ .

Якщо вибірка складає невелику частину сукупності (що, як правило, має місце в наукових дослідженнях), то об'єм сукупності суттєво не впливає на об'єм вибірки. В такому випадку об'єм вибірки (дещо завищений) є функцією від наперед вибраних значень довірчої ймовірності  $p$  і допустимої помилки  $\varepsilon$ . Цю залежність, як правило, передають за допомогою таблиці, фрагмент якої подається нижче (див табл. 6.2):

Таблиця 6.2. Залежність об'єму вибірки від довірчої ймовірності і допустимої помилки

$\varepsilon \backslash p$	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
0,95	96	118	150	195	266	384	600	1067	2400	9603
0,99	165	204	259	338	460	663	1036	1843	4146	16587

Відомі розрахунки об'єму вибірки залежно від об'єму сукупності для 5% помилки і 95% довірчої ймовірності (див. табл.6.3):

Таблиця 6.3. Відповідність об'ємів сукупності і вибірки

Об'єм сукупності	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	100000
Об'єм вибірки	222	286	333	350	360	370	385	398

З наведеної таблиці видно, що об'єм вибірки практично не залежить від об'єму сукупності для випадків, коли відношення об'ємів складає 1: 10, а для

сукупності об'ємом, більшим 100000, вибірку мають утворювати 400 елементів.

Підраховано також, що для сукупностей об'ємом 5000 допустима помилка і об'єм вибірки при величині довірчої ймовірності 95% співвідносяться так, як показано у таблиці (див. табл. 6.4):

Таблиця 6.4. Залежність об'єму вибірки від допустимої похибки вимірювань

Допустима помилка, %	20	15	10	9	8	7	5	4
Об'єм вибірки	25	45	100	123	156	204	370	625...

Загалом об'єм репрезентативної вибірки залежить від: складності досліджуваного об'єкта (якщо на об'єкт у процесі дослідження впливає велика кількість неконтрольованих факторів, то об'єм вибірки має бути великим, щоб краще нівелювати вплив неконтрольованих факторів, якщо побічних факторів менше, то меншим може бути і об'єм вибірки); міри однорідності об'єктів за найбільш суттєвими для дослідження характеристиками (чим більш однорідний об'єкт, тим меншого об'єму вибірка може забезпечити статистично достовірні висновки); доцільного рівня надійності висновків, зроблених на основі виконаного дослідження.

Якщо проблему об'єму вибірки не вдається розв'язати в загальному вигляді, то користуються методом підбору.

**Вимоги репрезентативності у різного типу дослідженнях.** Із зазначеного вище можна зробити висновок про те, що забезпечити репрезентативність вибірки стосовно сукупності, з якої її утворено, якщо і вдається, то ціною великих зусиль, доцільність витрат яких часто видається сумнівною.

Якщо перед дослідником стоїть завдання з'ясувати властивості сукупності за результатами обстеження вибірки, утвореної з неї, то потрібно виконати усі вимоги щодо репрезентативності вибірки. Затрачені зусилля у такому випадку не тільки виправдані, вони просто необхідні. І обійти вимогу утворення репрезентативної вибірки у дослідженнях такого типу нереально.



Вимога репрезентативності вибірки є актуальною і в кореляційних дослідженнях. Нехай з'ясується зв'язок між кількістю пропущених занять і рівнем успішності учнів. Якщо таке дослідження провести з залученням учнів, які часто відволікаються від навчального процесу через участь у спортивних змаганнях, але вони старанні, наполегливі й організовані, то від'ємного кореляційного зв'язку можна і не зафіксувати. Поширення таких результатів на сукупність учнів, скажімо старшокласників, є помилковим, бо загалом зазначені характеристики пов'язані негативним кореляційним зв'язком.

Якщо перевіряється дія на відгук експериментального фактора, то найчастіше утворюють дві вибірки (в одній з них фактор діє, а в іншій – ні), причому за всіма іншими характеристиками вибірки мають бути ідентичними. У цьому випадку вимога репрезентативності вибірок не є настільки актуальною, як у попередніх двох випадках. Хоча може мати місце випадок, коли відібрана експериментальна група виявилася індиферентною до впливу експериментального фактора, в той час як сукупність в цілому помітніше реагує на його вплив. Як наслідок, на основі порівняння експериментальної і контрольної груп робиться помилковий висновок про відсутність статистично значущої різниці і впливу експериментального фактора на відгук. У випадку надмірної чутливості експериментальної групи у порівнянні з сукупністю до дії експериментального фактора спотворення істинних результатів відбуваються в інший бік. І все-таки у дослідженнях такого типу, як правило, обмежуються утворенням зручних вибірок.

Вимога репрезентативності вибірки дещо втрачає свою актуальність і в описових дослідженнях. Нехай перед дослідником постало завдання описати спосіб життя підлітків, але не як єдиного цілого, а окремих груп підлітків, диференційованих на основі певної характеристики. Щоб виконати таке дослідження, необхідно утворити групи підлітків, дбаючи при цьому про залучення до дослідження типових представників для кожної групи. Як бачимо, в дослідженні такого роду дослідник утворює цільову вибірку з сукупності,

яка, будучи представницькою стосовно мети дослідження, не є репрезентативною стосовно сукупності, бо проблема репрезентативності вибірки є другою у порівнянні з необхідністю забезпечити якісне представництво досліджуваних об'єктів. Водночас, якщо неконтрольовані характеристики суттєво позначаються на поведінці підлітків, то поведінка підлітка у групі відрізнятиметься від поведінки середньо статистичного підлітка з цією ж досліджуваною характеристикою.

Найменш строгі вимоги щодо репрезентативності вибірки пред'являються у пілотних дослідженнях. У цьому випадку відбір об'єктів вивчення підпорядковується простому правилу: виділяють полярні групи за суттєвими для аналізу критеріями. Обстеження у такому дослідженні продовжують до тих пір, поки не виявиться, що отримана інформація достатньо різноманітна для формулювання гіпотези дослідження. Тобто, структура і об'єм вибірки заздалегідь не визначаються, а встановлюються дослідним шляхом у процесі розгортання дослідження.

У цілому, якщо завдання дослідження скромніші у порівнянні із зазначеними вище, рівень надійності запланованих висновків з точки зору їх статистичної точності можна понизити, проте потрібно вжити усі заходи стосовно якісного представництва вибірок. Загалом дослідник зупиняється на тій вибірці, яка, на його думку, забезпечить найкраще розуміння того, що він вивчає.

Зазначимо також, що подібними міркуваннями дослідник керується, утворюючи вибірки не суб'єктивного, а об'єктивного характеру.

**Технологія утворення вибірок у різного типу дослідженнях.** Технологія утворення вибірки визначається її видом. Водночас технологія утворення вибірок одного виду у дослідженнях різного типу дещо різна.

Загалом утворення вибірки передбачає:

- обґрунтування структури вибірки залежно від гіпотези і завдань дослідження;

- уточнення структури вибірки на основі інформації, отриманої в результаті первісного обстеження, – орієнтовного відбору обстежуваних за критерієм належності до певної групи і їх діагностики з метою глибинного вивчення виділених характеристик;

- вибір виду і об'єму вибірки.

В описових дослідженнях, наприклад, намагаються спостерігати за всім і всіма в довколишній обстановці, а отже, у певному розумінні, дослідники у такого типу дослідженнях не утворюють ніяких вибірок. Водночас, строго кажучи, дослідник не може усе спостерігати. Те, що спостерігається, є тільки часткою того, що можна спостерігати, тому фактично дослідник має справу з вибіркою з усіх можливих спостережень, які могли б мати місце. Власне кажучи, дослідник спостерігає те, що йому зручно спостерігати, а отже, мимовільно послуговується зручною вибіркою. Мотивом зручності можна послуговуватися не тільки тоді, коли відбирають об'єкти обстеження, але й тоді, коли відбирають об'єкти спостереження. Проте технологія утворення зручної вибірки у другому випадку буде дещо відрізнятися від технології її утворення у першому випадку. Ще більш відмінними є технології утворення зручної вибірки в іншого типу дослідженнях.

Плануючи опитувальне дослідження, дослідник утворює вибірку з таким розрахунком, щоб суб'єкти, яких він має намір обстежити, володіли інформацією, необхідною для відповідей на поставлені запитання. До того ж, суб'єкти, які володіють необхідною для відповідей інформацією, але які не зацікавлені або не вважають опитування важливим, не повинні залучатися до опитування. Звісно, що у такому випадку вдаються до утворення цільової вибірки. Цільовою вибіркою можна скористатися і в іншого типу дослідженнях, скажімо, в кореляційних чи експериментальних. Проте критерії відбору об'єктів вивчення у цих випадках будуть зовсім іншими, іншими будуть і механізми відбору.

В експериментальних дослідженнях, як правило, послуговуються експериментальними і контрольними групами. Якщо завдання дослідження вимагають, а його умови дозволяють, то вдаються до випадкового відбору таких груп. Проте технологія утворення випадкової вибірки в експериментальному дослідженні відрізняється певним чином від такої в констатувальних дослідженнях. Розрізняють такі види випадкового відбору експериментальних і контрольних груп:

- випадковий відбір – виписують на карточки усі, скажімо, десяті класи міста, району, області, республіки тощо і випадково виймають потрібну кількість пар карточок, що утворюють експериментальні і контрольні класи; різновидністю випадкового є механічний відбір – класи випадково нумерують за допомогою таблиці випадкових чисел (при цьому використовують числа, не більші за кількість класів), вибирають попарно класи з найменшими записаними номерами, клас з меншим числом відносять до експериментальної групи, з більшим – до контрольної (вибирають до тих пір, поки повністю не заповнять вибірку);
- серійний відбір – сукупність класів ділиться на частини, вибірку будують з кожної частини сукупності окремо за допомогою описаних вище способів і отримані результати додають; при цьому дослідник попередньо визначає, скільки класів він повинен відібрати для участі в експерименті із загальної кількості, що працюють у різних умовах; після цього він визначає статистичні пропорції сукупності; у межах кожної частини дослідник визначає з використанням описаних вище процедур експериментальні і контрольні класи; серійний відбір застосовують у тому випадку, коли досліджувана сукупність неоднорідна;

Наведеним вище особливості утворення вибірок у різного типу дослідженнях не вичерпуються. Загалом у процесі утворення вибірки дослідник має відповісти на запитання: чи ті обстеження, які він виконує, репрезентують усі можливі обстеження, які він міг би виконати; до якої міри утворена вибірка є

репрезентативною стосовно сукупності. Це важливі запитання, і не тільки тому, що дослідник прагне шляхом узагальнень вийти за межі вибірки і зробити висновки стосовно сукупності, а й тому, що потрібна впевненість у тому, що досліджується не спотворений об'єкт.

### **Запитання**

- \* *Яких вимог потрібно дотримуватися в утворенні вибірки з сукупності?*
- \* *Яка головна ознака простої випадкової вибірки?*
- \* *На якій характеристиці вибірки позначається її об'єм?*
- \* *За яких обставин вдаються до утворення кластерних випадкових вибірок?*
  - \* *Чи випадково вибираються об'єкти з сукупності, які є елементами випадково вибраних кластерів з цієї сукупності?*
  - \* *За яких обставин систематична вибірка є випадковою?*
  - \* *Коли існує загроза репрезентативності систематичної вибірки?*
  - \* *Чи позначається на репрезентативності систематичної вибірки кількість сканувань списку членів сукупності?*
  - \* *В який спосіб пересвідчуються у придатності для дослідження зручної вибірки?*
  - \* *Як домагаються підвищення точності отриманих результатів у випадку використання зручної вибірки?*
  - \* *Чи репрезентує вибірка сукупність, якщо значення певного вибіркового параметра статистично значущо не відрізняється від такого для сукупності, але характери його розподілу відмінні?*
  - \* *Якими вимогами обмежуються у випадку неможливості утворити строго репрезентативну вибірку?*
  - \* *Які фактори позначаються на репрезентативності вибірки?*
  - \* *Чим керуються у визначенні нижньої і верхньої межі об'єму вибірки?*
  - \* *До чого вдаються, якщо теоретично неможливо визначити об'єм вибірки?*

## **Завдання**

- \* *Охарактеризуйте особливості утворення вибірки в описовому дослідженні.*
- \* *Охарактеризуйте особливості утворення вибірки в констатувальному дослідженні.*
- \* *Охарактеризуйте особливості утворення вибірки в кореляційному дослідженні.*
- \* *Охарактеризуйте особливості утворення вибірки в експериментальному дослідженні.*
- \* *Наведіть приклад скінченної і нескінченної сукупності.*
- \* *Назвіть головну перевагу і недолік простої випадкової вибірки.*
- \* *Наведіть приклад сукупності і проілюструйте найбільш поширені способи утворення на її основі простої випадкової вибірки.*
- \* *Утворіть стратифіковану випадкову вибірку (за умови дії одного дворівневого фактора).*
- \* *Утворіть стратифіковану випадкову вибірку (за умови дії двох дворівневих факторів).*
- \* *Порівняйте просту і стратифіковану випадкові вибірки.*
- \* *Проілюструйте на прикладі технологію утворення кластерної випадкової вибірки.*
- \* *Проілюструйте на прикладі технологію утворення систематичної випадкової вибірки.*
- \* *Утворіть зручну вибірку.*
- \* *Утворіть цільову вибірку.*
- \* *Покажіть, як однорідність сукупності, величина довірчої ймовірності і бажана точність результатів позначаються на об'ємі вибірки.*
- \* *Доведіть, що репрезентативність вибірки не завжди є необхідною чи достатньою умовою одержання достовірних результатів у науковому дослідженні.*

## ГЛАВА 2. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

### § 7. Елементи теорії ймовірностей

Базовими категоріями теорії ймовірностей є випадкові подія, значення величини (властивості) і процес.

**Частота настання випадкової події та її ймовірність.** Випадковою називається подія, яка при реалізації деякого комплексу умов може настати або не настати. Подія, яка неодмінно настає при реалізації деякого комплексу умов, називається достовірною. Подія, яка не може настати при реалізації деякого комплексу умов, називається неможливою. Із зазначеного видно, що достовірна, неможлива і випадкова події є такими лише відносно деякого комплексу умов.

Той факт, що подія є випадковою, свідчить про те, що розглядуваний комплекс умов не відображає усієї сукупності причин, необхідних і достатніх для її настання. Частота настання випадкової події загалом не є постійною при зміні кількості випробувань або від серії до серії з такою ж кількістю випробувань. Водночас тривалі спостереження за настанням випадкової події  $A$ , що має місце при незмінному комплексі умов, показують, що для широкого кола явищ частота настання випадкової події  $A$  підпорядковується закономірності, згідно з якою, при достатньо великій кількості незалежних випробувань відношення кількості настання ( $m$ ) випадкової події до кількості випробувань  $n$  для різних серій спостережень є майже незмінним. Разом з тим, виявляється, що зазначене вище відношення коливається довкола ймовірності  $p$  настання випадкової події  $A$ . Відхилення частоти настання випадкової події від її ймовірності тим менше, чим більшу кількість незалежних випробувань виконано. Так, при 12000 підкиданнях монети К. Пірсоном частота появи герба становила 0,5016; при 24000 підкиданнях – 0,5005.

Проаналізуємо зазначену вище закономірність. Нехай виконується  $n$  випробувань, в кожному з яких може настати випадкова подія  $A$  з ймовірністю  $p$ . Якщо випадкова подія  $A$  має місце в  $m$  випадках з  $n$ , то частота її настання дорівнює  $m/n$ . Як пов'язані зазначена частота і ймовірність? Закон достатньо великих чисел стверджує: ймовірність того, що частота настання випадкової події  $A$  ( $m/n$ ) в  $n$  незалежних випробуваннях відрізняється від її ймовірності на величину, більшу, ніж задане число  $\alpha$ , прямує до нуля, яким не було б число  $\alpha$  ( $P\left\{\left|\frac{m}{n} - p\right| > \alpha\right\} \leq \frac{1}{n\alpha^2}$ ). Згідно з теоремою Бернуллі, ймовірність твердження, що із збільшенням кількості випробувань різниця між частотою настання випадкової події  $A$  і її ймовірністю буде як завгодно малою, як завгодно мало відрізняється від достовірності. Це дає підстави вважати ймовірністю випадкової події  $A$  частоту її настання при необмеженій кількості випробувань у серії за реалізації певного комплексу умов:  $p = P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$ .

На практиці виконують скінченну кількість  $n$  випробувань, фіксують кількість випадків  $m$  настання випадкової події  $A$  і обчислюють частоту ( $m/n$ ) її настання. Які обґрунтовані висновки можна зробити щодо ймовірності випадкової події  $A$ , знаючи частоту її настання при скінченній кількості випробувань? Керуючись наведеним вище співвідношенням, можна констатувати, що ймовірність настання випадкової події  $A$  на основі емпіричних даних задати однозначно не можна, проте можна вказати її межі, використовуючи нерівність:  $\sqrt{\frac{n}{p(1-p)}} \left| \frac{m}{n} - p \right| \leq \alpha$ . Вказані межі носять назву довірчих.

Останнє співвідношення при достатньо великій кількості випробувань дозволяє емпірично визначити ймовірність  $p$  випадкової події  $A$  за допомогою обчислення відношення кількості випадків  $m$ , що сприяють її настанню, до загальної кількості рівно можливих випробувань  $n$ :  $p = \frac{m}{n}$ . Ймовірність є мірою можливості настання випадкової події, мірою об'єктивно існуючого зв'язку між умовами, при яких може настати розглядувана подія, і даною подією. Оскільки ймовірність випадкової події  $A$  є характеристикою частоти її настан-



ня при нескінченному відтворенні деякого комплексу умов, то на основі зазначених об'єктивних знань можливі суб'єктивні судження щодо ймовірності настання випадкової події  $A$  при одиничному відтворенні цього ж комплексу умов.

Слід зазначити, що особливої уваги заслуговують масові випадкові події. Під масовими випадковими подіями розуміють такі, які мають місце у сукупностях великої кількості рівноправних або майже рівноправних об'єктів і лише незначною мірою залежать від їх природи.

Особливістю масових випадкових подій є той факт, що на їх основі виникають випадкові явища. Випадкові явища не дозволяють передбачити характер притаманних їм часових змін. Зазначене трапляється тоді, коли фіксуються характеристики кожного з великої кількості об'єктів, що взаємодіють між собою, або коли фіксуються характеристики об'єкта, підданого впливу неконтрольованих факторів. У той час, як характер протікання закономірного явища можна передбачити, хоча закономірність у багатьох випадках складається із випадковостей. Як наслідок, найважливішим поняттям у теорії випадкових явищ є ймовірність. Випадкові явища описуються та частково пояснюються теорією ймовірностей. Теорія ймовірностей – математична наука, що вивчає закономірності реальних випадкових явищ, використовуючи їх математичні моделі.

### **Основні положення теорії ймовірностей.**

- Якщо при реалізації деякого комплексу умов настає подія  $A$ , а також і подія  $B$ , то подія  $A$  спричиняє (є частковим випадком) подію  $B$ , що записують  $A \subset B$ .
- Якщо подія  $A$  є частковим випадком події  $B$ , а подія  $B$  є частковим випадком події  $A$ , то події  $A$  і  $B$  рівносильні (тотожні):  $A=B$ .
- Подія  $C$ , яка полягає у настанні подій  $A$  і  $B$ , називається їх добутком:  $C = A \cap B$ .

- Подія  $C$ , яка полягає у настанні хоча б однієї з подій  $A$  і  $B$ , називається їх сумою:  $C = A \cup B$ .

- Подія  $C$ , яка полягає у тому, що подія  $A$  настає, а подія  $B$  не настає, називається їх різницею:  $C = A - B$ .

- Протилежна подія  $\bar{A}$  полягає в тому, що подія  $A$  не настала при реалізації певного комплексу умов. Для події  $A$  і протилежної до неї події  $\bar{A}$  характерними є співвідношення:  $A \cup \bar{A} = U$ ,  $A \cap \bar{A} = V$  (де  $U$  – достовірна подія,  $V$  – неможлива подія) і  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ . Останнє стає зрозумілим, якщо взяти до уваги, що  $P(A + \bar{A}) = 1$ . Але  $P(A + \bar{A}) = P(A) + P(\bar{A})$ , оскільки  $A$  і  $\bar{A}$  несумісні, а отже,  $P(A) + P(\bar{A}) = 1$ .

- Достовірна за даних умов подія  $U$  настає при кожному випробуванні:  $P(U) = 1$ .

- Неможлива за даних умов подія  $V$  не настає при жодному з випробувань:  $P(V) = 0$ .

- Події  $A$  і  $B$  називаються несумісними, якщо їх одночасне настання не можливе:  $A \cap B = V$ . Якщо події  $A$  і  $B$  несумісні, то  $P(A + B) = P(A) + P(B)$ . Якщо події  $A_1, \dots, A_n$  попарно несумісні, то  $P(A_1 + \dots + A_n) = P(A_1) + \dots + P(A_n)$ .

- Події  $A_1, A_2, \dots, A_n$  утворюють повну групу подій, якщо при кожній реалізації комплексу умов хоча б одна з них настає:  $A_1 + A_2 + \dots + A_n = U$ .

- У теорії ймовірностей послуговуються поняттям елементарної події – події, яку не можна розкласти на складові елементи. Різні елементарні події несумісні. У випробуванні з кінцевою кількістю наслідків завжди існує повна група попарно несумісних елементарних подій, сума яких є достовірною подією. Найчастіше мають місце випадки, коли елементарні події рівно ймовірні. З урахуванням зазначеного ймовірність  $p$  події  $A$  є відношенням кількості елементарних подій, при яких настає подія  $A$ , до кількості усіх елементарних подій. Зокрема, якщо подія  $A$  складається з  $m$  елементарних подій,

що утворюють повну групу  $n$  попарно несумісних і рівно можливих подій, то ймовірність події  $A$  дорівнює:  $P(A) = \frac{m}{n}$ .

- Якщо подія  $C$  складається з елементарних подій  $A$  і  $B$ , то  $P(C) = P(A) + P(B)$ .

- Події  $A$  і  $B$  називаються незалежними, якщо  $P(AB) = P(A) P(B)$ .

- Якщо на ймовірність події  $P(A)$  не накладаються ніякі обмеження, крім певного комплексу умов, то вона є безумовною. Проте інколи доводиться обчислювати ймовірність події  $A$  не лише за реалізації певного комплексу умов, а й за додаткової умови, що настала певна подія  $B$ . Ймовірність такого типу називають умовною і позначають символом  $P(A/B)$ . При обчисленні умовної ймовірності користуються співвідношенням:  $P(A/B) = P(AB)/P(B)$ . Якщо  $B_1, \dots, B_n$  деяка повна група попарно несумісних подій, то можна записати формулу повної ймовірності:  $P(A) = P(A/B_1)P(B_1) + \dots + P(A/B_n)P(B_n)$ .

- Аналогічно записують формулу Байєса:  $P(E_k/A) = \frac{P\left(\frac{A}{E_k}\right)P(E_k)}{P\left(\frac{A}{E_1}\right)P(E_1) + \dots + P\left(\frac{A}{E_n}\right)P(E_n)}$ .

- При обчисленні ймовірностей випадкових подій часто використовують співвідношення теорії комбінаторики. Зокрема  $n$  об'єктів можна впорядкувати  $n!$  способами, тобто  $P_n = n!$  Кількість вибірок об'ємом  $m$  з  $n$  об'єктів обчислюється із співвідношення:  $A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$  (об'єкти у вибірці впорядковані). Якщо нехтувати порядком об'єктів у вибірці, то кількість вибірок об'ємом  $m$  з  $n$  об'єктів обчислюється із співвідношення:  $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ .

**Ймовірність і розподіл ймовірностей випадкової події.** Для того, щоб обчислити скільки разів  $m$  настане подія  $A$ , ймовірність якої  $p$ , у  $n$  незалежних випробуваннях, користуються співвідношенням:

$$P(m) = \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m (1-p)^{n-m}. \quad (7.1)$$

При фіксованих  $p$  (ймовірність події  $A$ ) і  $n$  (кількість випробувань) ймовірність настання події  $A$   $m$  разів є функцією від  $m$ . Цю функцію називають ймовірністю.

Ймовірність того, що при  $n$  випробуваннях подія  $A$  настає не більше, ніж  $m$  раз, а решту  $n - m$  раз настає протилежна подія  $\bar{A}$ , визначається із співвідношення:

$$P(m \leq t) = \sum_{m=1}^t \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m (1-p)^{n-m} . \quad (7.2)$$

При фіксованих  $p$  (ймовірність події  $A$ ) і  $n$  (кількість випробувань) ймовірність настання події  $A$  не більше, ніж  $m$  разів є функцією від  $m$ . Цю функцію називають розподілом ймовірностей.

Рівняння (7.1) та (7.2) описують добре відомий і широко застосовний на практиці біноміальний розподіл (розподіл Бернуллі) дискретної випадкової характеристики. Розподіл Бернуллі відповідає таким умовам:

- Ймовірність  $p$  настання події  $A$  дорівнює  $\frac{1}{2}$ ;
- $n$  випробувань є незалежними одне від одного.

Доречно зазначити, що використання записаного вище дає позитивний результат при знаходженні ймовірності того, що подія  $A$  настане хоча б один раз:

$$P(m \geq \frac{1}{n}) = 1 - q^n. \quad (7.3)$$

У випадку, коли кількість випробувань  $n$  дуже велика, а ймовірність  $p$  настання події  $A$  дуже мала, проте добуток  $0 \ll np \ll 1$  (такого роду події називають рідкими), кількість  $m$  настання події  $A$ , ймовірність якої  $p$ , у  $n$  незалежних випробуваннях обчислюється із співвідношення:

$$P(m) = \frac{(np)^m}{m!} e^{-np}. \quad (7.4)$$

Аналогічно функція розподілу ймовірностей набуває вигляду:

$$P(m \leq t) = \sum_{m=1}^t \frac{(np)^m}{m!} e^{-(np)}. \quad (7.5)$$

Співвідношення (7.4) і (7.5) описують розподіл Пуассона.

Поширеним серед інших є геометричний розподіл. Нехай ймовірність настання випадкової події  $A$  дорівнює  $p$ . Можна обчислити ймовірність настання події  $A$  для різної кількості випробувань, що передують першому успіху. Залежність зазначеної ймовірності від кількості випробувань виражається співвідношенням:

$$P(n) = p(1 - p)^n. \quad (7.6)$$

Якщо додати ймовірність того, що подія  $A$  настане при одному випробуванні, до ймовірності того, що подія  $A$  настане при двох випробуваннях, то одержимо ймовірність того, що подія  $A$  настане при кількості випробувань, не більшій двох. У загальному випадку можна обчислити ймовірність того, що подія  $A$  настане при кількості випробувань, меншій за  $n$ . У цьому випадку користуються співвідношенням:

$$P(n < t) = \sum_{n < t} p(1 - p)^n. \quad (7.7)$$

Співвідношення (7.6) відповідає функції ймовірності, а вираз (7.7) – функції розподілу ймовірностей випадкової дискретної характеристики.

Не менш поширеним є гіпергеометричний розподіл ймовірностей випадкової події. Гіпергеометричний розподіл використовується для того, щоб описати, наприклад, ймовірність того, що серед вийнятих із скриньки  $M$  об'єктів  $m$  об'єктам притаманна певна властивість, за умови, що носіями цієї властивості є  $n$  об'єктів серед  $N$ , що знаходяться у скриньці. Зазначена ймовірність описується функцією ймовірності і обчислюється за допомогою співвідношення:

$$P(m) = \frac{(N - M)! (N - n)! n! M!}{N! (N + m - n - M)! (n - m)! (M - m)! m!} \quad (7.8)$$

Якщо обчислені для довільних  $m$  ймовірності додати, то одержимо функцію розподілу ймовірностей:

$$P(m \leq t) = \sum_{m=1}^t \frac{(N - M)! (N - n)! n! M!}{N! (N + m - n - M)! (n - m)! (M - m)! m!} \quad (7.9)$$

Безперечно, що в окремих випадках користуватися наведеними співвідношеннями незручно, отже, потрібно було відшукати наближені апроксимації. Уперше формулу такого роду для біноміального розподілу було знайдено А. Муавром для часткового випадку ( $p=q=1/2$ ), а потім узагальнено П. Лапласом для довільних  $p$  і  $q$ . Ця формула носить назву локальної граничної теореми Муавра-Лапласа:

$$P(m) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{npq}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{m-np}{\sqrt{npq}}\right)^2}. \quad (7.10)$$

Для зручності обчислення  $P(m)$  вводять  $x = \frac{m-np}{\sqrt{npq}}$ , використовують відповідне табличне значення функції  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$  і ділять його на  $\sqrt{npq}$ .

Ймовірність того, що подія  $A$  настає довільне число раз  $m$ , не більше за деяке значення, обчислюється за допомогою інтегральної граничної теореми Муавра-Лапласа:

$$P(m \leq t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{npq}} \sum_{m=1}^t e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{m-np}{\sqrt{npq}}\right)^2}. \quad (7.11)$$

Для зручності обчислення  $P(m \leq t)$  вводять  $x = \frac{m-np}{\sqrt{npq}}$ , використовують табличні значення для функції  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{m=1}^t e^{-\frac{x^2}{2}}$  та ділять одержані значення на  $\sqrt{npq}$ .

Зауважимо, що у співвідношеннях (7.1) – (7.11)  $p = P(A)$ ,  $q = P(\bar{A})$ . Звісно, що  $q = 1 - p$ .

**Властивості нормальних функцій.** У випадку неперервної змінної  $X$  функцію:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (7.12)$$

називають одиничною нормальною функцією густини ймовірності.

Відповідно функція:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (7.13)$$

носить назву одиничної нормальної функції розподілу ймовірностей.

Звісно, що густина ймовірності та розподіл ймовірностей аналітично можуть задаватися різними виразами. Серед усієї множини функцій виокремлюють ті, що задаються співвідношеннями (7.12) і (7.13) і присвоюють їм статус нормальних.

Функція, задана співвідношенням (7.12), є частковим випадком функції:

$$u = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}. \quad (7.14)$$

Із (7.14) видно, що для різних  $\mu$  і  $\sigma$  одержують різні вирази нормальної функції густини ймовірності. Для  $\mu = 0$  і  $\sigma = 1$  (7.14) перетворюється у (7.12). Для того, щоб відрізнити одиничну нормальну функцію від інших функцій з сімейства нормальних, користуються позначенням:

$$u = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}. \quad (7.15)$$

Якщо побудувати графік функції (7.15), то одержимо куполоподібну криву, симетричну відносно точки  $z = 0$  і таку, що асимптотично наближається до осі  $Z$ , ніколи не перетинаючи її. Зазначена функція досягає свого найбільшого значення ( $u = 0,3989$ ) для  $z = 0$ . Площа фігури, обмеженої віссю  $Z$  та кривою  $u = f(z)$  дорівнює  $1$ . Саме тому дана функція носить назву одиничної нормальної.

Потрібно зазначити, що для аналітичних розрахунків вираз (7.15) мало придатний, оскільки складний. Тому складено математичні таблиці, за допомогою яких визначають:

- величину  $u$  для різних значень  $z$ ;
- ймовірність того, що випадкова величина  $Z$  попадає в інтервал значень  $[z_1; z_2]$ ;
- ширину інтервалу  $[z_1; z_2]$  для заданих  $z_1$  або  $z_2$  та ймовірності того, що випадкова величина  $Z$  міститься у цьому інтервалі.

Унікальною властивістю сімейства нормальних функцій є той факт, що площа під кривою, обмежена значеннями  $x_1$  і  $x_2$ , дорівнює площі під одиничною нормальною кривою для відповідних значень  $z_1$  і  $z_2$ , що дозволяє вести мову про ймовірність попадання величини  $X$  в інтервал значень  $[x_1; x_2]$ .

Підрахунки показують, що спільною ознакою для усіх нормальних функцій (незалежно від значень  $\mu$  і  $\sigma$ ) є той факт, що приблизно:

- 68% площі під кривою лежить у межах одного стандартного відхилення від середнього арифметичного;
- 95% площі під кривою лежить у межах двох стандартних відхилень від середнього арифметичного;
- 99,7% площі під кривою лежить у межах трьох стандартних відхилень від середнього арифметичного.

Функція розподілу ймовірностей вказує на ймовірність того, що неперервна величина  $X$  приймає значення, не більші за  $x$ . Використання зазначеної функції дозволяє обчислити ймовірність того, що значення випадкової величини  $X$  міститься в інтервалі  $[x_1, x_2]$ .

**Розподіли, пов'язані з нормальним.** Уявімо сукупність нормально розподілених частот значень величини  $X$ . Стандартизуємо їх, віднімаючи від кожного з них середнє значення і ділячи одержану різницю на величину стандартного відхилення. Утворимо тепер з цієї сукупності вибірку, щоразу випадково відбираючи з неї одне значення. Відібрані значення утворюють нормальний розподіл своїх частот. Піднесемо кожне з відібраних у вибірку значень до квадрату. Тепер нормальний розподіл своїх частот з середнім 0 і стандартним відхиленням 1 утворюють  $Z_1^2$ . У граничному випадку розподіл частот апроксимується функцією густини ймовірності, що дозволяє трактувати ймовірність попадання довільного значення у певний інтервал як площу під кривою густини ймовірності, обмежену межами інтервалу. Введемо позначення  $Z_1^2 = \chi_1^2$ . Верхній індекс у записі  $\chi_1^2$  передає факт піднесення до другого степеня, нижній – комбінування з однією характеристикою.



Уявімо тепер, що з сукупностей нормально розподілених частот значень величин одночасно випадково вибирають  $X_1$  і  $X_2$ . Вибрані значення стандартизують, підносять до квадрату і додають. Як наслідок, утворюється множина значень  $\chi_2^2 = Z_1^2 + Z_2^2$ . Оперуючи цими значеннями, можна побудувати розподіл їхніх частот, який у граничному випадку апроксимується нормальною функцією густини ймовірності з середнім 0 та стандартним відхиленням 1. Нижній індекс у записі  $\chi_2^2$  передає той факт, що комбінується з двома характеристиками.

Аналогічно можна утворити розподіл:

$$\chi_n^2 = \sum_{i=1}^n Z_i^2, \quad (7.16)$$

який також апроксимується нормальною функцією густини ймовірності, що дозволяє обчислювати ймовірність попадання довільного значення у довільний інтервал. Нижній індекс у записі  $\chi_n^2$  передає кількість характеристик, з якими комбінується (ступенів вільності), використаних при утворенні розподілу. Описаний вище розподіл носить назву  $\chi^2$ -квадрат розподілу або розподілу Пірсона.

Якщо з сукупностей нормально розподілених частот значень величин у першому випадку одночасно відбирати  $m$  характеристик, а в другому випадку –  $n$ , стандартизувати їх, піднести до квадрату, утворити суми з  $m$  і  $n$  доданків, поділити першу суму на другу і помножити одержаний результат на вираз  $(n/m)$ , то одержимо набір значень, частоти яких у граничному випадку апроксимуються функцією густини ймовірності, що дозволяє обчислювати ймовірність попадання довільного значення у довільний інтервал. Утворений розподіл частот називають розподілом Фішера і записують:

$$F_{m,n} = \frac{\chi_m^2/m}{\chi_n^2/n}. \quad (7.17)$$

Числа  $m$  і  $n$  називають ступенями вільності відповідно першого і другого розподілів.

Нехай  $Z$  є сукупність значень величини  $Z$ , частоти яких нормально розподілені з нульовим середнім та одиничним стандартним відхиленням. Не-

хай також є сукупність значень  $\chi_n^2$ . Якщо випадково з цих сукупностей вибрати по одному значенню і утворювати з них нове значення, то за результатами багаторазового повторення цієї процедури утворюється вибірка значень, розподіл частот яких у граничному випадку апроксимується функцією густини ймовірності:

$$t_n = \frac{z}{\sqrt{\chi_n^2/n}}. \quad (7.18)$$

Утворений розподіл носить назву розподілу Стъдента з  $n$  ступенями вільності. За допомогою цієї функції обчислюють ймовірність попадання довільного значення в інтервал з довільними межами.

Зазначені вище розподіли розглянуто не випадково: вони часто використовуються у техніці статистичних обчислень.

**Характеристики розподілу ймовірностей значень випадкової величини.** Якщо випадкова величина  $X$  набуває нескінченну кількість дискретних значень  $x_i$  з відповідними ймовірностями  $p_i$ , то для характеристики такої множини значень величини  $X$  можна ввести параметр, який є сумою добутків усіх значень  $x_i$  на відповідні значення  $p_i$ . Зазначений параметр називають математичним очікуванням дискретної випадкової величини і позначають символом  $M[x]$ . Математичним очікуванням дискретної випадкової величини називається сума добутків усіх можливих значень цієї величини на ймовірності цих значень:

$$M[x] = \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i. \quad (7.19)$$

Якщо дискретна випадкова величина набуває скінченну кількість значень, то її математичне очікування обчислюється із співвідношення  $M[x] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$ .

Не важко показати, що при  $N \rightarrow \infty$  середнє арифметичне значень дискретної випадкової величини прямує до її математичного очікування, бо  $\bar{x} = \frac{x_1 n_1 + \dots + x_v n_v}{N} = x_1 \frac{n_1}{N} + \dots + x_v \frac{n_v}{N} = \sum_{i=1}^v x_i \frac{n_i}{N} \approx \sum_{i=1}^v x_i p_i$ .

Математичним очікуванням неперервної випадкової величини  $X$  з густиною ймовірності  $f(x)$  є параметр:

$$M[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx. \quad (7.20)$$

Якщо неперервна випадкова величина визначена на відрізку  $[a, b]$ , то її математичне очікування обчислюється із  $M[x] = \int_a^b xf(x)dx$ .

На основі зазначеного вище можна констатувати, що математичне очікування випадкової величини  $X$  є центром розподілу її ймовірностей. Математичне очікування є концепцією, яка часто неправильно розуміється і змішується із середнім. Фактично очікування може бути середнім, але не обов'язково має бути тотожним йому. Очікування є більш загальною концепцією, яка надає формального знання стосовно того, як оцінити очікуване значення випадкової величини для сукупності, якщо відомі ймовірності для усіх її дискретних значень чи функція густини ймовірності. Математичне очікування випадкової величини  $X$  прийнято позначати символом  $\mu$ .

Нехай задана функція густини ймовірності випадкової величини  $X$   $u = f(x)$ . У множині значень випадкової величини  $X$  можна вибрати таке, густина ймовірності якого є найбільшою. Таке значення випадкової величини називають модою. Моду сукупності значень випадкової величини  $X$  позначають символом *Mod*.

Значення випадкової величини  $X$ , яке ділить множину її значень так, що  $p(x < M) = p(x > M) = \frac{1}{2}$ , називається медіаною. Медіану сукупності значень випадкової величини  $X$  позначають символом *Md*.

Сукупність значень випадкової величини можна характеризувати не тільки з погляду їх групування довкола певного значення, як це маємо у випадку математичного очікування, а й з точки зору їх розсіювання, розмитості. З цією метою вводять таку характеристику як дисперсія. Дисперсія випадкової дискретної величини  $X$  обчислюється із співвідношення:

$$D[x] = \sum_{i=1}^n p_i (x - M[x])^2. \quad (7.21)$$

Дисперсія неперервної випадкової величини  $X$  обчислюється із співвідношення:

$$D[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M[x])^2 f(x) dx. \quad (7.22)$$

Дисперсію випадкової величини  $X$  прийнято позначати символом  $\sigma^2$ . Зауважимо, що величину  $(x - M[x])^2$  прийнято називати центральним моментом другого порядку. За аналогією можна ввести визначення центрального моменту першого порядку  $(x - M[x])$  і т.д.

**Випадкові події, явища і процеси.** Теорія ймовірностей загалом досліджує випадкові події, випадкові явища і випадкові процеси.

При цьому в дослідженні випадкових подій використовують виключно комбінаторні методи. Загалом у дослідженні випадкових подій визначають ймовірність настання випадкової події при реалізації деякого комплексу умов або з'ясовують характер зміни ймовірності настання випадкової події при реалізації різних умов.

У вивченні випадкових явищ застосовується відповідний аналітичний апарат. Припустимо, що дослідник робить усе можливе для того, щоб забезпечити однакові умови, в яких він виконує вимірювання. Але навіть за таких обставин, внаслідок неможливості врахування незначних змін великої кількості різноманітних факторів, результати  $n$  вимірювань не будуть однаковими, невпорядковано змінюючись від обстеження до обстеження. Проте у цій невпорядкованій зміні значень вимірюваної величини можна побачити закономірність, яка носить назву статистичної стійкості.

Врешті створюється теорія стохастичних процесів. Стохастичний зв'язок показує, що якщо одна з випадкових величин приймає деяке значення, то залежно від цього друга випадкова величина одержує деякий ряд значень з відповідними ймовірностями. Цей ряд називається умовним рядом значень величини  $X_2$  для даного значення величини  $X_1$ . Якщо умовний ряд значень ве-

личини  $X_2$  залишається незмінним при всіх значеннях величини  $X_1$ , то величина  $X_2$  є незалежною від  $X_1$ .

### **Запитання**

- *Що є числовою мірою випадковості?*
- *Що вивчає теорія ймовірностей?*
- *За яких умов мають місце випадкові події?*
- *Як пов'язані частота настання випадкової події і її ймовірність?*
- *Що таке ймовірність випадкової події?*
- *Які події називають несумісними?*
- *Які події утворюють повну групу подій?*
- *Скількома способами можна упорядкувати  $n$  об'єктів?*
- *Скільки упорядкованих вибірок об'ємом  $n$  можна утворити із сукупності  $n$  об'єктів?*
- *Скільки неупорядкованих вибірок об'ємом  $n$  можна утворити із сукупності  $n$  об'єктів?*
- *Що таке математичне очікування випадкової величини?*
- *Що таке мода випадкової величини?*
- *Що таке медіана випадкової величини?*
- *Що таке дисперсія випадкової величини?*

### **Завдання**

- *Наведіть приклад закономірного і випадкового явища.*
- *Покажіть зв'язок між випадковою подією і випадковим явищем.*
- *Наведіть приклад достовірної, випадкової і неможливої події.*
- *Проілюструйте трансформацію події (достовірна, випадкова, неможлива) залежно від комплексу необхідних умов.*
- *Наведіть приклад елементарної події.*
- *Проілюструйте властивість двох незалежних подій.*
- *Проілюструйте відмінність між безумовною та умовною ймовірностями.*

- *Розкрийте суть біноміального розподілу Бернуллі.*
- *Розкрийте суть розподілу Пуассона.*
- *Розкрийте суть геометричного розподілу.*
- *Розкрийте суть гіпергеометричного розподілу.*
- *Розкрийте суть нормального розподілу Муавра–Лапласа.*
- *Розкрийте суть розподілу Пірсона.*
- *Розкрийте суть розподілу Фішера.*
- *Розкрийте суть розподілу Стьюдента.*

## **§ 8. Елементи математичної статистики**

**Описова і вивідна статистика.** Статистичний аналіз емпіричних даних відіграє важливу роль у наукових дослідженнях, зокрема у з'ясуванні характеристик великої кількості об'єктів вивчення. Головне призначення статистичного аналізу емпіричних даних – їх узагальнення і поширення узагальнених значень на об'єкти, що не залучались до обстеження у процесі дослідження. Узагальнення емпіричних даних здійснюється з використанням математичних методів описової статистики. Поширення узагальнених значень можливе завдяки використанню математичних методів вивідної статистики. При цьому, як в першому, так і в другому випадках використовують аналітичні та графічні методи, які мають як переваги, так і недоліки. Графічні методи придатні для виявлення структури даних, тоді як аналітичні методи застосовні у випадку виявлення їх характеристик. Як наслідок, рекомендується використовувати як аналітичні, так і графічні методи статистичного аналізу.

Якщо дослідник обстежив усі об'єкти сукупності, то у процесі статистичного аналізу одержаних даних він використовує методи описової статистики. Якщо емпіричні дані одержано шляхом залучення до дослідження вибірки із сукупності, то без методів вивідної статистики в інтерпретації одержаних результатів не обійтись.

Щоб збагнути суть задач, що розв'язуються у межах описової та вивідної статистик, варто простежити узагальнену процедуру наукового дослідження. Зокрема, отримавши емпіричні дані з залученням вибірки об'єктів вивчення, дослідник певним чином їх упорядковує, графічно представляє, обчислює статистики емпіричного масиву даних. Використовуючи математичні методи вивідної статистики, дослідник поширює одержані результати на сукупність, з якої утворена вибірка. Для цього він знаходить параметри сукупності на основі статистик вибірки і визначає наскільки репрезентативною є використана вибірка для такої оцінки. Чим більше репрезентативною є вибірка, тим з більшою ймовірністю можна очікувати, що отримані дані для вибірки будуть притаманними сукупності в цілому. Найбільше шансів бути репрезентативною має випадково утворена вибірка. Усе, що буде сказано щодо параметрів сукупності на основі статистик вибірки, ґрунтується на тому факті, що вибірка з сукупності утворюється випадково. При цьому потрібно пам'ятати, що поширювати отримані дані можна тільки на ту сукупність, в межах якої утворена вибірка. До того ж, якщо об'єм сукупності перевищує об'єм вибірки, утвореної з неї, більше, ніж у 100 раз, то висновки щодо сукупності на основі даних вибірки не відрізняються для скінченних і нескінченних сукупностей.

Таким чином, більша частина статистичних висновків ґрунтується на припущеннях:

- вибірки, утворені в межах сукупності, є випадковими (тобто, кожний елемент сукупності може з однаковою ймовірністю бути включеним у вибірку);
- вилучення певної кількості елементів з сукупності в процесі утворення вибірки не позначається на моделі мінливості сукупності.

Проте жодна вибірка не буває абсолютно репрезентативною, що зумовлює вибіркочну помилку в оцінці параметрів сукупності. До того ж, у межах сукупності не можливо утворити ідентичні вибірки. А отже, статистики, одержані для різних вибірок, відрізняються. Сказане, видається, робить не-

можливою оцінку параметрів сукупності на основі статистик, одержаних для вибірки. Проте це не так. Бо розподіл частот вибірових середніх значень вимірної величини у межах однієї сукупності при достатньо великому  $n$  (об'єм кожної вибірки) наближено є нормальним, що робить можливою оцінку параметрів сукупності на основі значень статистик вибірки. При цьому переважно використовують точкову та інтервальну оцінки.

Точкова оцінка – це числове значення статистики, що використовується для оцінки параметра. Статистики, що використовуються для оцінки параметрів, відповідають вимогам незміщеності, самодостатності та мінімальності дисперсії. Незміщеною статистикою називається статистика, математичне очікування якої, одержане для нескінченної кількості подібних вибірок, дорівнює оцінюваному параметру сукупності. Самодостатньою статистикою називається статистика, яка наближається до параметра при збільшенні розміру вибірки. Оцінка, яка має найменше середнє квадратичне відхилення, називається оцінкою з мінімальною дисперсією. Потрібно зазначити, що існує низка незміщених статистик параметрів сукупності, зокрема середнє арифметичне ( $M(\bar{x}) = \bar{x}_0$ ). Більше того, середнє арифметичне є самодостатньою оцінкою з мінімальним значенням дисперсії. Водночас середнє арифметичне є незміщеною статистикою, якщо результати обстеження позбавлені систематичної похибки. На додаток слід зазначити, що незміщеною статистикою є і дисперсія вибірки ( $M(\sigma^2) = \sigma_0^2$ ), чого не було б, якби при її обчисленні суму ділили не на  $n-1$ , а на  $n$ .

Інтервальна оцінка передбачає визначення довірчого інтервалу, який включає досліджуваний параметр сукупності. Межі довірчого інтервалу визначаються статистикою вибірки, її розміром, розпорошеністю даних та необхідною достовірністю. Наприклад, у випадку нормального розподілу частот значень досліджуваної величини  $X$  95% довірчий інтервал для  $\mu$  має вигляд:  $\bar{x} \pm 1,96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ . Записане означає, що якщо обчислити у 100 вибірках середні



значення величини  $X$ , кожне з яких побудоване на  $n$  спостереженнях і побудувати 100 довірчих інтервалів з використанням наведеної формули, то можна очікувати, що приблизно 95 інтервалів із 100 будуть включати  $\mu$ . Якщо побудувати 1 інтервал, то можна очікувати з 95% ймовірністю, що  $\mu$  попаде у цей інтервал. У тому випадку, коли  $\sigma$  невідоме, для обчислення меж довірчого інтервалу використовують  $t$ -розподіл Стьюдента:  $\bar{x} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$ .

Статистичний аналіз емпіричних даних дозволяє також встановити міру того, наскільки подібність чи відмінність між отриманими значеннями досліджуваної характеристики обумовлена випадковим фактором.

Зазначене актуальне з тієї причини, що у педагогічних дослідженнях переважно мають справу з випадковими характеристиками, що обумовлюється дією на них низки неконтрольованих факторів. У з'ясуванні властивостей випадкової характеристики насамперед необхідно знати закон розподілу частот її значень. Визначення закону розподілу частот значень досліджуваної характеристики – головне завдання статистичного аналізу емпіричних даних або (як їх узагальнено називають) статистичного матеріалу.

**Розподіл частот значень досліджуваної характеристики.** Як бачимо, статистичний аналіз емпіричних даних неодмінно передбачає встановлення характеру розподілу частот одержаних значень досліджуваної характеристики. У педагогічних дослідженнях лише у поодиноких випадках користуються емпіричними даними, одержаними із залученням одного об'єкта вивчення (учня, студента, педагога тощо). Це пов'язано з тим, що на перебіг досліджуваного процесу впливає низка факторів, обумовлених особистісними якостями учасників дослідження. Щоб нівелювати спричинені розбіжності, до дослідження залучають  $N$  об'єктів вивчення і усереднюють притаманні їм значення досліджуваної характеристики. У тих випадках, коли дослідження проводять з одним об'єктом, обстеження виконують  $N$  разів, після чого одержані

дані усереднюють. Такі дії зменшують вплив неконтрольованих чинників об'єктивного характеру.

Як видно із зазначеного вище, за результатами обстеження одержують множину значень досліджуваної характеристики, які заносять у таблицю (див. табл. 8.1).

Таблиця 8.1. Дані обстеження характеристики  $X$  у  $N$  об'єктів

Об'єкти вивчення	1	...	$i$	...	$N$
Значення характеристики	$x_1$	...	$x_i$	...	$x_N$

Дані, одержані за результатами обстеження, практично не можливо безпосередньо використовувати, оскільки важко побачити за їх великою кількістю певну закономірність. Як наслідок, постає завдання їх упорядкування. У процесі статистичного аналізу емпіричних даних їх насамперед розташовують у порядку від найменшого до найбільшого значення із зазначенням абсолютної та відносної кількостей об'єктів, що отримали певні значення. В результаті такого впорядкування отримують розподіл частот значень досліджуваної характеристики, який, як правило, подається у вигляді таблиці. Розподіл частот – це відносна кількість кожного із значень досліджуваної характеристики у розглядуваному масиві даних (див. табл. 8.2).

Таблиця 8.2. Частоти значень дискретної змінної

Значення характеристики	Кількість значень	Частота значень
$x_{min}$	$n_{x_{min}}$	$v_{x_{min}}$
...	...	...
$x_{max}$	$n_{x_{max}}$	$v_{x_{max}}$

Часто досліджувана характеристика набуває великої кількості різних дискретних значень (або є неперервною), наприклад, коли вимірюють час виконання тестового завдання. У такому випадку вдаються до побудови не

розподілу частот, а до розподілу згрупованих частот. При цьому значення досліджуваної характеристики ділять на інтервали і для кожного інтервалу підраховують абсолютну і відносну кількості появи значень досліджуваної характеристики. Як правило, значення величини  $X$  ділять на інтервали так, щоб їх було близько 15. Для визначення величини інтервалу (розряду) користуються співвідношенням:  $c \approx (x_{max} - x_{min})/15$ . Положення розрядів вибирають так, щоб середнє із спостережених значень лежало можливо ближче до середини відповідного розряду. У такому випадку усі обчислення стають найбільш простими. Результати описаної операції заносять до таблиці (див. табл. 8.3).

Таблиця 8.3. Частоти інтервалів значень досліджуваної характеристики

Межі інтервалів значень	Кількість значень	Частота значень
$x_{min+1} - x_{min}$	$n_{(min+1)-min}$	$v_{(min+1)-min}$
...	...	...
$x_{max} - x_{max-1}$	$n_{max-(max-1)}$	$v_{max-(max-1)}$

При цьому межі інтервалів можуть не співпадати з одержаними емпіричними значеннями обстежуваної характеристики. Якщо одержані значення співпадають з межами інтервалів, то наперед домовляються, у який інтервал вони заносяться (у той, що зліва, чи у той, що справа).

У зазначених вище випадках кількості однакових значень досліджуваної характеристики одержують шляхом підрахунку. Якщо кількість значень поділити на загальну кількість обстежень (кількість об'єктів, залучених до дослідження), то отримаємо частоту значення (інтервалу значень). Зазначені характеристики зв'язані співвідношенням:

$$v_i = \frac{n_i}{N}. \quad (8.1)$$

Кількість однакових значень досліджуваної характеристики інколи називають абсолютною частотою. Очевидно, що сума усіх абсолютних частот дорівнює загальній кількості обстежень (досліджуваних об'єктів), а сума усіх частот (відносних частот) дорівнює 1.

У процесі статистичного аналізу емпіричних даних іноді користуються поняттям „накопичена частота”. Накопичена частота для даного значення (інтервалу значень) досліджуваної характеристики є сумою частот для усіх її попередніх значень (інтервалів значень). Накопичена частота дає оперативну інформацію про те, скільки об’єктів (або яка їх частка) мають значення досліджуваної характеристики, не більше від певного значення. Для першого розряду це кількість значень вимірної величини, що попали у даний розряд, для другого розряду це сума частот першого і другого розрядів, для останнього розряду це сума частот для усіх розрядів (див. табл. 8.4).

Таблиця 8.4. Таблиця накопичених частот

$X$	$n_i$	$n_{\Sigma}$	$\nu_i$	$\nu_{\Sigma}$
$x_{min}$	$n_{min}$	$n_{min}$	$\nu_{min}$	$\nu_{min}$
...	...	...	...	...
$x_{max}$	$n_{max}$	$n_{min} + \dots + n_{max}$	$\nu_{max}$	$\nu_{min} + \dots + \nu_{max}$

Якщо в об’єктів вивчення обстежують одночасно дві характеристики, то одержані дані представляють у вигляді таблиці частот, в якій по горизонтальній і вертикальній осях відкладають значення (чи розряди значень), а у комірках таблиці абсолютні чи відносні частоти значень, що попадають одночасно у відповідні розряди.

Інтервали значень (розряди) чи значення обстеженої характеристики разом з відповідними частотами утворюють розподіл її частот. Розподіл частот значень досліджуваної характеристики виражає її особливість, що носить назву мінливості або варіації, яка полягає в тому, що різні значення випадкової характеристики спостерігаються з певними частотами. Тому розподіл частот називають ще варіаційним рядом.

Варіаційний ряд графічно зображають у вигляді гістограми. При цьому по горизонтальній осі відкладають розряди або значення обстеженої характеристики; по вертикальній – абсолютну або відносну частоти значень обстеженої характеристики чи розрядів (див. рис. 8.1).

Графічно розподіл частот значень двох величин зображають у вигляді двомірної гістограми: по двох осях, що лежать у площині рисунка, відкладають значення обстежених характеристик чи їх розряди, по третій осі відкладають абсолютні чи відносні частоти зазначених значень чи розрядів.

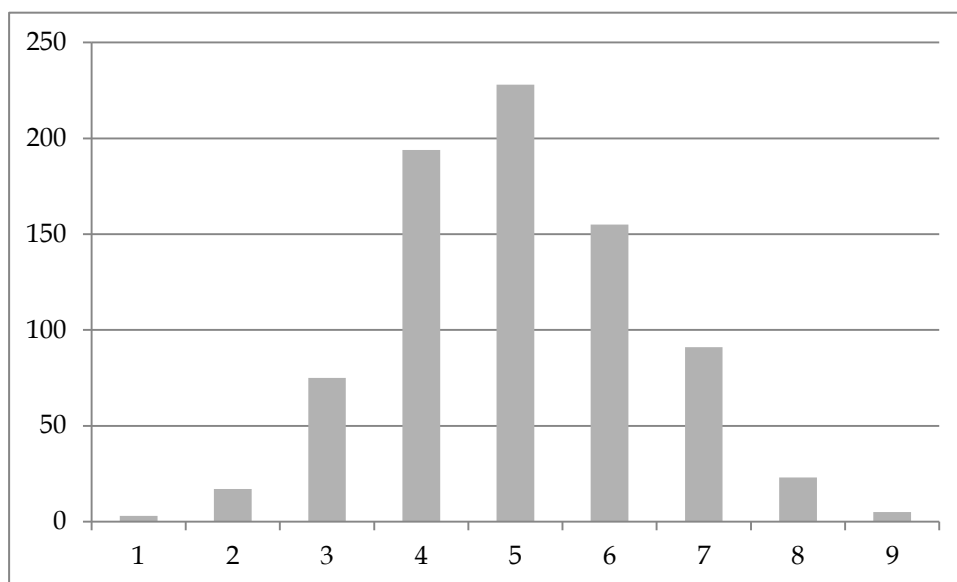


Рис. 8.1. Розподіл абсолютних частот значень обстеженої характеристики

Якщо у таблиці (8.3) замість інтервалів  $[x_{k-1}, x_k]$  проставити їх серединні значення  $\tilde{x}_k$ , то одержимо таблицю модифікованих значень характеристики  $X$  (див. табл.8.5).

Таблиця 8.5. Таблиця модифікованих значень характеристики  $X$ .

	$\tilde{x}_1$	...	$\tilde{x}_k$	...	$\tilde{x}_h$
$n$	$n_1$	...	$n_k$	...	$n_h$
$\nu$	$\nu_1$	...	$\nu_k$	...	$\nu_h$

Переважно виокремлюють такі типи розподілу частот значень досліджуваної характеристики:

- Рівномірний розподіл – усі значення обстежуваної характеристики чи інтервали значень зустрічаються однаково часто.
- Симетричний розподіл – однаково часто зустрічаються рівно віддалені значення від середнього значення обстежуваної характеристики. У таких роз-

поділів максимальне значення частоти відповідає середньому члену ряду значень  $x_i$  чи інтервалів  $x_i - x_j$ . Точно симетричні розподіли практично ніколи не зустрічаються.

- В асиметричному розподілі переважають частоти більших чи менших значень обстежуваної характеристики. Якщо вершина розподілу частот значень (інтервалів значень) зміщена в бік менших значень  $X$ , то мають справу з позитивно зміщеним розподілом, якщо в бік більших значень  $X$  – з негативно зміщеним розподілом.

Дослідження випадкової характеристики перш за все переслідує мету з'ясування особливостей її частотного розподілу. У цьому сенсі ведуть мову про ступінь групування та розсіяння емпіричних значень досліджуваної характеристики та про характер розподілу їх частот.

**Апроксимація розподілу частот емпіричного масиву значень досліджуваної характеристики.** Нехай досліджується дискретна випадкова характеристика  $X$  і приймаються усі міри для того, щоб умови, в яких проводяться обстеження, залишались незмінними. Не зважаючи на це, оскільки неможливо повністю врахувати мізерні зміни великої кількості різноманітних факторів, результати  $n$  обстежень не будуть однаковими, а відчуватимуть неправильні коливання. Проте в цих відхиленнях можна помітити особливого роду закономірність, що носить назву статистичної стійкості. Нехай за результатами обстеження характеристики  $X$ , що проводилися в однакових умовах, отримано множину значень  $x_1, \dots, x_n$ . Якщо поррахувати кількість випадків появи деякого значення  $x_i$  і поділити отримане число на загальну кількість виконаних обстежень  $n$ , то отримаємо характеристику, що носить назву *частоти появи* значення  $x_i$  у послідовності виконаних  $n$  спостережень. При великій кількості обстежень, що виконуються в однакових умовах, можна переконатися, що частоти появи кожного із значень обстежуваної характеристики коливаються у дуже вузьких межах і прямують до певних граничних значень, що носять назву ймовірності значень досліджуваної характеристики. Залежність

ймовірності значень досліджуваної дискретної характеристики від її значень можна апроксимувати певною функцією, яка носить назву диференціальної функції розподілу частоти значень дискретної випадкової характеристики, або функції ймовірності її значень.

У випадку неперервної випадкової величини  $X$  множину її значень можна поділити на нескінченну кількість нескінченно малих за величиною проміжків  $(x_i ; x_j)$  і для кожного такого проміжку порахувати відносну частоту попадання у нього значення вимірюваної величини  $X$ . Як наслідок апроксимації залежності ймовірності значень досліджуваної неперервної величини від проміжків її значень в граничному випадку отримаємо диференціальну функцію  $f(x)$  розподілу частот значень неперервної випадкової величини  $X$ , або функцію густини ймовірності її значень.

Для апроксимації розподілу частоти значень обстежуваної характеристики можна запропонувати безліч функцій. Логічно вибрати таку, яка найкраще його відтворює. Водночас, одним із завдань статистичного аналізу емпіричних даних є пошук такої диференціальної функції розподілу частоти значень обстежуваної характеристики, яка б його і описувала, і була зручною для використання. Найзручнішою у користуванні є апроксимація розподілу частоти значень досліджуваної характеристики нормальною функцією. Зважаючи на це, їй часто віддають перевагу, навіть якщо реальний розподіл зазначеної частоти можна точніше апроксимувати іншою функцією.

Нормальний розподіл – симетричний розподіл, у якого крайні значення досліджуваної характеристики зустрічаються рідко, а їх частота поступово збільшується при наближенні до середнього значення. Нормальний розподіл є одним з найбільш важливих у статистичному аналізі, але не так часто спостерігається на практиці, як цього очікують. Проте багато розподілів, що мають місце в природі й суспільних явищах, можна наближено апроксимувати нормальною функцією густини ймовірності. Доречно зазначити, що нормальний розподіл частоти значень випадкової характеристики математично зумов-

лений сумарним впливом на досліджувану характеристику великої кількості незалежних випадкових факторів, з яких жодний не домінує над іншими. Якщо індивідуальна мінливість деякої характеристики є наслідком дії багатьох причин, то розподіл частоти її значень у сукупності відповідає нормальній функції густини ймовірності.

Якщо функція розподілу частоти значень обстежуваної характеристики співпадає, або дуже близька до нормальної функції густини ймовірності, то це накладає суттєвий відбиток на математичні методи статистичного аналізу отриманих даних. Для сукупності даних, що мають цю властивість, розроблено найдосконаліший математичний апарат статистичного аналізу й інтерпретації. Арсенал математичних методів статистичного аналізу й інтерпретації ненормально розподілених даних набагато бідніший.

Знаючи  $f(x)$ , у першому і другому випадках можна порахувати ймовірність того, що при одноразовому обстеженні характеристики  $X$  її числове значення попаде у наперед заданий інтервал значень  $(x_a ; x_b)$ . Для невеликих інтервалів ця ймовірність виражається добутком середнього значення функції  $f(x)$  на цьому інтервалі на величину самого інтервалу. Для протяжних інтервалів зазначена ймовірність вираховується за допомогою інтегрування диференціальної функції розподілу частоти на зазначеному проміжку її значень.

**Міри локалізації емпіричних даних.** Загалом існує декілька мір локалізації даних.

Середнє арифметичне значення досліджуваної характеристики – це сума усіх значень, розділена на їх кількість. Не важко показати, що сума відхилень окремих значень досліджуваної характеристики від її середнього арифметичного значення дорівнює 0, тобто середнє арифметичне значення урівноважує усі інші значення масиву. Середнє арифметичне значення дає уявлення про той рівень, довкола якого коливаються окремі значення випадкової характеристики. Середнє арифметичне значення масиву даних має аналогію у формі



абсциси центру тяжіння системи матеріальних точок. Слід зазначити, що середнє арифметичне значення досліджуваної характеристики є доброю апроксимацією центральної тенденції масиву даних для унімодального симетричного розподілу, але його використання може призвести до неправильних трактувань у випадку несиметричних чи багатомодальних розподілів значень обстеженої характеристики. До того ж, величина середнього арифметичного значення чутливе до систематичної похибки обстеження, його помахів та різної точності інструментарію у різних діапазонах шкали.

Мода – це значення досліджуваної характеристики, яке найбільш часто зустрічається у масиві даних. Мода представляє інтерес для великого масиву даних, для малих масивів даних її значення часто позбавлене сенсу.

Медіана – це значення досліджуваної характеристики, яке ділить упорядкований масив даних на дві рівні частини.

При визначенні медіани:

- Упорядковують усі значення обстежуваної характеристики від найменшого до найбільшого.
- Якщо кількість членів утвореного ряду значень обстежуваної характеристики є непарною, то вибирають середній член ряду.
- Якщо кількість членів утвореного ряду значень обстежуваної характеристики є парною, то медіана є середнім арифметичним двох серединних членів числового ряду.

Потрібно мати на увазі, що сума абсолютних відхилень значень обстеженої характеристики від медіани є меншою у порівнянні з такою сумою, підрахованою відносно будь-якої іншої точки у масиві її значень. Важливо підкреслити, що медіана чутлива до систематичної похибки обстеження та його точності у різних діапазонах обмежувальної шкали. Проте, на відміну від середнього арифметичного значення, медіана не чутлива до промахів обстеження. Таку властивість масиву даних називають міцністю параметра.

Серед мір центральної тенденції інколи використовують пів-суму крайніх значень обстеженої характеристики. Крім середнього арифметичного, в окремих випадках використовують середнє геометричне (корінь  $n$ -ого степеня з добутку значень  $n$  спостережень), середнє гармонічне (обернена величина до середнього арифметичного від обернених величин до одержаних значень) та середнє квадратичне (квадратний корінь із середнього арифметичного квадратів одержаних значень). Загалом у виборі середнього як міри центральної тенденції масиву даних виходять з відповідності використовуваної характеристики масиву даних їх специфіці. Зокрема середнє геометричне доцільно використовувати для усереднення послідовності дробів, середнє гармонічне – для усереднення швидкостей на однакових відстанях, середнє арифметичне – для усереднення швидкостей на однакових часових відрізках, середнє квадратичне – при розв'язуванні задач, пов'язаних з моментами інерції.

**Міри розсіювання емпіричних даних.** Статистичний аналіз емпіричних даних не обмежується обчисленням мір центральної тенденції, а передбачає також обчислення мір мінливості (розсіяння) одержаного масиву. Існує декілька способів для вираження розсіяння даних.

Загалом протяжність масиву (різниця між найбільшим і найменшим значеннями) як в абсолютних, так і відносних термінах, є хорошим вимірником розсіяння даних.

Міжквартильний розмах (IQR) визначається як відстань між першим і третім квартилями. Міжквартильний розмах – це відстань між 75 і 25 процентілями. Потрібно зазначити, що міжквартильний розмах точно містить 50% даних розглядуваного масиву.

При визначенні розсіяння значень обстеженої характеристики, як правило, обчислюють суму відхилень кожної точки масиву даних від його середнього арифметичного значення (оперуючи при цьому абсолютними значеннями

відхилень), проте можна оперувати відхиленнями від інших середніх, моди, медіани тощо.

Мірою розсіяння масиву даних є дисперсія. При обчисленні дисперсії масиву даних знаходять суму квадратів відхилень кожної точки масиву від його середнього арифметичного значення. Насамперед це пов'язано з тим, що сума квадратів відхилень, вирахованих від середнього арифметичного, є найменшою у порівнянні з її відрахуванням від інших точок масиву даних.

У статистичному аналізі масиву емпіричних даних широко використовується така його характеристика як стандартне відхилення від середнього арифметичного значення. Стандартне відхилення є позитивним значенням квадратного кореня з дисперсії. Стандартне відхилення є корисною мірою розсіяння значень обстежуваної характеристики завдяки його математичному трактуванню. Слід зазначити, що стандартне відхилення як завжди можна обчислити, якщо тільки достатню кількість обстежень виконано. Проте часто мають місце конфузи у трактуванні стандартного відхилення. Інтерпретація стандартного відхилення як міри розсіяння масиву даних може бути повністю використана, якщо відомий тип розподілу частоти значень досліджуваної характеристики. Водночас теорема Чебишева дає декілька порад для дій у будь-якому випадку: *Для будь-якого числа  $k$  щонайменше  $1-1/k^2$  даних попадають всередину  $k$  стандартних відхилень від середнього арифметичного значення.* Із зазначеної теореми витікають корисні практичні наслідки:

- Ніякої інформації не можна одержати стосовно даних, що знаходяться у межах одного стандартного відхилення.
- Щонайменше 75% даних знаходяться у діапазоні 2 стандартних відхилень.
- Щонайменше 88,8% даних знаходяться у діапазоні 3 стандартних відхилень.

Розрізняють стандартне ( $\sigma$ ), середнє ( $\theta$ ) і ймовірнісне ( $E$ ) відхилення, між якими існують такі співвідношення:  $\sigma = 1,2533\theta = 1,4826 E$ .

Середнє відхилення – це сума відхилень значень масиву даних від середнього значення, взятих з позитивним знаком, поділена на кількість значень досліджуваної характеристики.

Ймовірнісне відхилення на таке його значення, яке ділить відхилення точок масиву даних від його середнього арифметичного значення пополам; так що однаково ймовірно як те, що спостережуване відхилення буде знаходитись у зазначених межах, так і те, що поза ними.

Доречно зазначити, що стандартне відхилення є відносно інформативним без врахування середнього арифметичного значення масиву даних. Відношення стандартного відхилення до середнього значення масиву даних розв'язує цю проблему. Проте коефіцієнт варіації стає відносно придатним, якщо середнє наближається до 0.

До розподілу частоти значень досліджуваної характеристики можна застосувати поняття моменту, запозичене з механіки. А саме, моментом називають добуток частоти появи певного значення досліджуваної характеристики на різницю між її значенням і точкою відліку масиву даних. Як наслідок, усі моменти можна поділити на дві групи: побудовані відносно 0 або середнього арифметичного значення досліджуваної характеристики. Обчисливши зазначені добутки для усіх значень масиву даних і додавши їх, одержують момент розподілу частоти обстеженої характеристики. Різницю між значенням досліджуваної характеристики і точкою відліку масиву даних можна брати у будь-якому степені, починаючи з нульового. Показник степеня вказує на порядок моменту. Можна показати, що перший момент відносно 0 є середнім арифметичним, другий момент відносно середнього арифметичного є дисперсією. Третій момент відносно середнього арифметичного є асиметрією, четвертий момент відносно середнього арифметичного є крутизною (ексцесом) розподілу частоти значень.

Потрібно зазначити, що асиметрію інколи обчислюють, використовуючи інші математичні співвідношення, що дає інші результати у порівнянні з результатами використання третього моменту розподілу частоти.

Ексцес є мірою відносної гладкості розподілу частоти у порівнянні з нормальним розподілом, ексцес якого приймають за 0. Позитивний ексцес притаманний гостроверхим розподілам, негативний – згладженим. Необхідно зазначити, що ексцес інколи обчислюють за допомогою співвідношення, у якому відсутній член «-3». У такому випадку ексцес нормального розподілу приймають за «3».

Скошеність частотного розподілу обстежуваної характеристики являє собою відношення різниці між середнім арифметичним і найчастішим значеннями до стандартного відхилення. У випадку скошених розподілів мода залишається тією ж, медіана зміщується, а середнє арифметичне, зазнаючи найбільших змін, втрачає валідність як міра центральної тенденції.

Аналіз свідчить, що середнє арифметичне значення масиву даних і його стандартне відхилення у наукових дослідженнях можуть мати не тільки статистичну, а й конкретну інтерпретацію. Зокрема середнє арифметичне значення може слугувати показником професійних умінь фахівця, а стандартне відхилення – показником стабільності якості роботи у різних умовах.

Варто пам'ятати, що у кожному випадку, коли дослідник намагається описати великий масив даних за допомогою простого індикатора, він ризикує деформувати оригінальні дані або втратити важливу інформацію. Проте навіть за таких суттєвих обмежень описова статистика використовується як потужний інструмент, що робить можливим порівняння об'єктів вивчення.

**Практичне застосування розподілу частот.** Розподіл частоти значень досліджуваної характеристики знаходить широке застосування у наукових дослідженнях. Графічне представлення розподілу частоти значень (інтервалів значень) досліджуваної характеристики дозволяє робити якісне порівняння двох і більше груп обстежуваних на предмет міри її вираження та мінливості.

Слід зазначити, що порівняти два розподіли частоти значень обстежуваної характеристики можна і без їх графічного представлення. У такому випадку на допомогу приходять критерій Колмогорова – Смирнова.

Що відбувається, якщо емпіричні дані кількох вибірок об'єднати в одну. Чи відрізнятимуться статистики базових і кумулятивної вибірок? Для подальшого обговорення необхідно відрізнати два випадки: середні арифметичні значення базових вибірок рівні; середні арифметичні значення базових вибірок відрізняються між собою. У першому випадку усі параметри базових і кумулятивної вибірок однакові. У другому випадку дисперсія кумулятивної вибірки буде більшою за дисперсії базових вибірок. Збільшення дисперсії кумулятивної вибірки робить можливим висновок щодо відмінності середніх арифметичних значень для базових вибірок за допомогою простого порівняння дисперсій базових вибірок з дисперсією кумулятивної вибірки.

Слід наголосити на тому, що у процесі статистичного опрацювання масиву даних дослідники інколи припускаються суттєвих помилок. Річ у тім, що у педагогічних дослідженнях обстеження виконують у різних шкалах. А один із важливих принципів опрацювання масиву даних говорить про те, що методи статистичного аналізу одержаних даних мають строго відповідати їх формі, тобто шкалі, в якій вони одержані.

Часто-густо мають місце й інші помилки. Нехай потрібно порівняти ефективність двох методів навчання. Нехай з певних міркувань ці два методи не можна було використати в одній групі. Щоб можна було порівняти ефективність двох методів навчання, використовуючи дві різні групи, необхідно бути впевненим, що групи суттєво не відрізняються між собою за іншими показниками, крім тих, що порівнюються. До того ж, не можна порівнювати ефективності двох методів навчання, використовуючи різні обстежувальні інструменти, якщо вони не прокалібровані між собою. Як бачимо, статистичні процедури не можуть обійти фундаментальних проблем, притаманних науковому дослідженню.

## **Запитання**

- \* У яких випадках слід очікувати нормального розподілу частоти значень обстежуваної характеристики у сукупності?*
- \* У яких випадках розподіл вибіркових значень обстежуваної характеристики відрізняється від нормального за умови, що зазначена характеристика у сукупності розподілена нормально?*
- \* Що таке нормальна крива?*
- \* У який спосіб реальну нормальну криву трансформують в одиничну (стандартну) нормальну криву?*
- \* Як використовують властивість нормального розподілу при ідентифікації типу обстежувальної шкали?*
- \* Які трансформаційні зміни відбуваються з розподілом частоти у граничному випадку?*
- \* Яке принципове значення має факт нормальності розподілу частоти значень досліджуваної характеристики у вибірці?*

## **Завдання**

- \* Назвіть головну властивість одиничної нормальної кривої.*
- \* Розкрийте графічний спосіб перевірки частотного розподілу на нормальність.*
- \* Розкрийте аналітичний спосіб перевірки частотного розподілу на нормальність.*
- \* Назвіть завдання описової статистики.*
- \* Назвіть завдання вивідної статистики.*
- \* Проілюструйте суть поняття “розподіл частоти”.*
- \* Назвіть міри центральної тенденції масиву емпіричних даних.*
- \* Назвіть міри мінливості масиву емпіричних даних.*

### **ГЛАВА 3. ОБСТЕЖЕННЯ І ОБСТЕЖУВАЛЬНІ ШКАЛИ**

#### **§ 9. Характеристики об'єктів вивчення та їх обстеження**

**Ознаки, властивості і величини.** Більшість досліджень (і педагогічних у тому числі) передбачає ідентифікацію ознак об'єктів вивчення, фіксацію їх властивостей, вимірювання величин, що їх репрезентують, відстеження



відповідних змін тощо. Характеристики об'єктів вивчення, що можуть слугувати основою при їх поділі на групи, називають ознаками. Характеристики об'єктів вивчення, для яких можна вказати якісну протяжність, називають властивостями. Характеристики об'єктів вивчення, для яких можна встановити кількісну міру, називають величинами. Важливо зазначити, що будь-яка характеристика об'єкта пізнання, яка вводиться в науці, дістає конкретний зміст тільки тоді, коли з нею пов'язується спосіб її ідентифікації, фіксації чи вимірювання.

На відміну від ознак та властивостей, величини пов'язані між собою певними співвідношеннями. Це робить можливим виділити серед них декілька основних, а інші віднести до групи похідних. Основні величини вибирають довільно, керуючись мотивами зручності. Зокрема у фізиці основними величинами вибрано довжину, масу, час, силу струму, абсолютну температуру, силу світла, кількість речовини. Похідна величина є добутком основних величин, піднесених до цілого додатного чи від'ємного степеня. Зв'язок похідної величини з основними величинами передається її розмірністю. Цілком різні за своєю природою величини можуть мати однакову розмірність. Усі основні і найбільш важливі похідні величини мають власні назви та умовні позначення. Усі величини мають стандартизовані визначення і вимірюються з кінцевою точністю. Як наслідок, методи їх вимірювання постійно удосконалюються. Одиниці вимірювання основних величин прагнуть пов'язати з фундаментальними константами, які можна виміряти з доброю відтворюваністю. Властивості об'єктів пізнання пов'язані між собою сутнісно, між ознаками відсутній будь-який зв'язок.

Ознаки – це конструкти, які не мають ні якісної протяжності, ні кількісної міри. Проте вони мають певні значення, на основі яких об'єкти вивчення ділять на групи. Ознаками об'єктів вивчення є національність, стать, сімейний стан, матеріал тощо.

**Типи величин.** Відомості, що наводяться нижче стосуються величин, проте зазначене в окремих місцях справедливе стосовно інших характеристик об'єктів вивчення: їх властивостей та ознак.

Величини виражають притаманність об'єкту вивчення певної характеристики, для якої можна встановити кількісну міру шляхом її порівняння з кількістю, що приймається за одиницю вимірювання. Величини бувають неперервні і дискретні. Неперервність величини трактується таким чином, що якими близькими не були б її кількості, виміряні у двох об'єктів, завжди можна вказати третій об'єкт, у якого значення виміряної величини буде знаходитися між двома згаданими. В граничному випадку неперервна величина перетворюється у дискретну, що спонукає вести мову про умовно неперервні величини. У випадку дискретної величини можна знайти такі близькі об'єкти, що між ними не поміщається жодний об'єкт з проміжним значенням цієї величини. Якщо чутливість вимірювального приладу менша за граничну величину перетворення неперервної шкали у дискретну, то умовно неперервна величина сприймається як неперервна. Будь-яка умовно неперервна величина вимірюється за допомогою дискретної шкали.

Виокремлюють первинні і вторинні величини. Первинні піддаються безпосередньому вимірюванню. Вторинні обчислюються через їх зв'язок з первинними. Отже, проблема вимірювання вторинних величин у відкритті їх зв'язку з первинними, або вторинними, які уже обчислені через відомий зв'язок з первинними. Величини, з якими стикаються у процесі дослідження, як правило, уже мають еталони вимірювання.

Усі величини в умовах виконуваного дослідження можна поділити на причинні і наслідкові. Перші об'єднують способи впливу дослідника на об'єкт вивчення. Другі є наслідком такого впливу. Зазначимо, що окремі величини можуть бути як причинними, так і наслідковими залежно від змісту дослідження.

Величини поділяють також на незалежні і залежні. Незалежна і залежна величини – це причинна і наслідкова величини. Окремі величини в різних дослідженнях можуть бути як незалежними, так і залежними.

З іншого боку, усі величини в умовах виконуваного дослідження можна поділити на постійні і змінні. Постійна величина – це характеристика сукупності об'єктів вивчення, яка приймає одне і те ж значення для усіх її елементів. Змінна величина – це характеристика сукупності об'єктів вивчення, яка приймає різні значення для різних її елементів. З іншого боку, постійна величина є незмінною у часі для даного об'єкта, змінна величина для даного об'єкта у різні часові моменти приймає різні значення. Мають місце випадки, коли одна і та ж величина є змінною для широкої множини об'єктів вивчення і постійною для однієї з її підмножин. Аналогічно одна і та ж величина може бути змінною для тривалого відрізка часу і постійною для одного з часткових його проміжків. Постійність чи змінність величин можна розглядати стосовно зміни будь-якої іншої величини, пов'язаної з розглядуваною.

Дослідник неодмінно оперує змінними величинами, якщо тільки переслідує мету встановити між ними зв'язок. Найпростішим є дослідження з однією незалежною і однією залежною змінними величинами. Водночас, чим більше змінних величин залучено до дослідження, тим багатшим воно є, а також складнішим і таким, що вимагає складнішого математичного апарату для опрацювання емпіричних даних.

Якщо дослідник припускає, що певна величина позначається на значеннях іншої, то він або залучає її до дослідження, змінюючи значення, або підтримує на постійному рівні. Як наслідок, усі величини можна поділити на внутрішні (ті, що беруться до уваги в даному дослідженні) і зовнішні.

Величина, яка спричиняє вплив на іншу величину, але в умовах даного дослідження не береться до уваги і не підтримується на постійному рівні, створює ефект змішування. Дві величини називають змішаними, якщо вплив

кожної з них на залежну змінну не можна відділити. Величини, вплив яких на залежну змінну можна виокремити, називають не змішаними.

Значення величин, одержані за результатами їх вимірювання, є випадковими. Це означає, що вимірюючи значення певної величини в декількох об'єктах, або декілька раз вимірюючи значення цієї величини в одного і того ж об'єкта, у кожному випадку одержуватимемо різні значення, характер зміни яких закономірно не описується.

**Дискретні випадкові величини.** Змінна величина  $X$ , яка приймає у процесі вимірювання одне із скінченної чи нескінченної множини значень  $x_1, x_2, \dots$ , називається дискретною випадковою величиною, якщо кожному значенню  $x_i$  відповідає певна ймовірність  $p_i$  того, що змінна величина  $X$  набуває значення  $x_i$ .

Функціональна залежність  $p$  від  $x$  називається функцією розподілу густини ймовірності значень дискретної випадкової величини. Функція розподілу ймовірності значень дискретної випадкової величини визначається як сума ймовірностей тих її значень  $x_k$ , які менші за  $x$ :  $F(x) = \sum_{x_k < x} p_k$ . Зазначена функціональна залежність задається таблично, графічно або аналітично.

Дискретними випадковими величинами часто оперують в освітній діяльності. Нехай у школі навчається  $N$  учнів, серед яких  $n$  відмінників. Із загальної кількості учнів випадково відбирається група з  $M$  учнів. Кількість відмінників  $m$  у такій групі може набувати значень в умовах даної задачі від  $0$  до  $M$ , причому з певною ймовірністю  $p_m$ . Ймовірність того, що у відібраній групі з  $M$  учнів виявиться  $m$  відмінників обчислюється із співвідношення:

$$p_m = \frac{(N-M)!(N-n)!n!M!}{N!(N+m-n-M)!(n-m)!(M-m)!m!} \quad (9.1)$$

Набір зазначених ймовірностей  $p_m$  визначає розподіл ймовірності значень випадкової величини  $m$ . Доречно зазначити, що тільки у випадку дискретної випадкової величини для кожного  $m_i$  можна вказати  $p_i$ , відмінне від нуля.

**Неперервні випадкові величини.** Випадкова величина, яка кожне можливе значення приймає з ймовірністю  $p = 0$ , називається неперервною. Мно-

жина значень неперервної випадкової величини є нескінченною. Водночас, якщо  $\alpha < x < \beta$ , то при  $(\beta - \alpha) \rightarrow 0$  на довільному проміжку  $(a, b)$   $p(x) = \frac{\beta - \alpha}{b - a} = 0$ . А отже, у випадку неперервної випадкової величини  $X$  є сенс вести мову не про ймовірність певного її значення, а про ймовірність того, що зазначена величина набуває значення в інтервалі  $\Delta x$ .

Нехай неперервна випадкова величина  $X$  набуває значень у певному проміжку  $(a, b)$ , який може бути і нескінченним  $(-\infty, +\infty)$ . Поділимо цей проміжок точками  $x_0, x_1, \dots, x_n$  на малі відрізки величиною  $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$ . Якщо для кожного  $\Delta x_i$  відома ймовірність  $p_i(x_i < x < x_{i+1})$  того, що значення величини  $X$  попадає у зазначений інтервал, то при  $\Delta x \rightarrow 0$  частка від ділення зазначеної ймовірності на величину інтервалу  $\Delta x$  для кожного  $x_i$  дає значення, які функціонально пов'язані із значеннями величини  $X$ . Утворена у такий спосіб функція є диференціальною функцією розподілу ймовірності значень неперервної випадкової величини  $X$ . Якщо  $f(x)$  диференціальна функція розподілу ймовірності значень неперервної випадкової величини  $X$  ( $-\infty < x < +\infty$ ), тоді функція  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$  називається інтегральною функцією розподілу ймовірності значень неперервної випадкової величини. Функція  $F(x)$  виражає ймовірність того, що неперервна випадкова величина приймає значення, менше за  $x$ . Ймовірність попадання неперервної випадкової величини у заданий інтервал  $(\alpha, \beta)$  дорівнює приросту її інтегральної функції розподілу на цьому інтервалі:  $p(\alpha < x < \beta) = F(\beta) - F(\alpha)$ . Якщо усі можливі значення неперервної випадкової величини  $X$  знаходяться у проміжку  $(a, b)$ , то  $\int_a^b f(x) dx = 1$ . Аналогічно  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$ . Для рівномірного розподілу густини ймовірності значень неперервної випадкової величини, визначеної на проміжку  $(a, b)$ , її попадання в інтервал  $(\alpha, \beta)$  обчислюється із співвідношення:

$$p(\alpha < x < \beta) = \frac{\beta - \alpha}{b - a}.$$

**Нормально розподілені випадкові неперервні величини.** Якщо диференціальна функція розподілу ймовірності значень випадкової

неперервної величини набуває вигляду  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ , то кажуть, що зазначені ймовірності розподілені нормально або за законом К. Гауса. У записаному співвідношенні  $\mu$  – математичне очікування випадкової неперервної величини,  $\sigma^2$  – дисперсія випадкової неперервної величини. Якщо взяти до уваги, що  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$ , то можна дійти висновку, що нормальний розподіл ймовірності значень випадкової неперервної величини є одиничним. Позначивши  $\frac{x-\mu}{\sigma} = t$ , ймовірність того, що випадкова неперервна величина  $X$  попадає у проміжок  $(\alpha, \beta)$ , обчислюють із співвідношення:  $p(\alpha < x < \beta) = \frac{1}{2} \left[ \Phi\left(\frac{\beta-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right]$ , де  $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$  – інтеграл ймовірностей, значення якого беруть з таблиць. Для обчислення  $p(\alpha < x < \beta)$  часто використовують функцію Лапласа:  $\bar{\Phi}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ . Тоді при  $\mu = 0$  і  $\sigma = 1$   $p(\alpha < x < \beta) = \bar{\Phi}(\beta) - \bar{\Phi}(\alpha)$ .

У випадку нормально розподіленої ймовірності значень випадкової неперервної величини  $X$  часто представляє інтерес симетричний відносно  $\mu$  інтервал значень, ймовірність попадання в який рівна  $\frac{1}{2}$ . Межі такого інтервалу знаходяться від точки  $\mu$  на відстані  $\sqrt{2}\rho\sigma$ , де  $\rho = 0,4769$ ,  $\sigma$  – стандартне відхилення.

Використовуючи співвідношення  $p(\alpha < x < \beta) = \frac{1}{2} \left[ \Phi\left(\frac{\beta-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right]$ , можна порахувати ймовірність того, що випадкова неперервна величина попадає в інтервали, пов'язані кратним співвідношенням з величиною стандартного відхилення:

$$p(-\sigma < x < +\sigma) = \Phi\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0,683.$$

$$p(-2\sigma < x < +2\sigma) = \Phi(\sqrt{2}) = 0,954.$$

$$p(-3\sigma < x < +3\sigma) = \Phi\left(\frac{3}{\sqrt{2}}\right) = 0,997.$$

Із записаного видно, що майже достовірним є той факт, що значення випадкової неперервної величини відхиляється за абсолютною величиною від її математичного очікування не більше, ніж на  $3\sigma$ .

**Процес обстеження.** Відомості про стан об'єкта вивчення отримують у результаті ідентифікації його ознак, фіксації властивостей чи вимірювання величин, що його характеризують. Ці процедури у певному сенсі тотожні, а тому для спрощення можна узагальнено вести мову про встановлення значень характеристик об'єктів вивчення шляхом їх обстеження.

Обстеження – це приписування об'єкту вивчення значення досліджуваної характеристики відповідно до певного правила. Правило встановлює відповідність між досліджуваною характеристикою об'єкта вивчення і результатом обстеження – зовнішнім проявом досліджуваної характеристики.

Інформацію про притаманність об'єкту вивчення певної ознаки, властивості чи величини можна зібрати різними шляхами, але представити її можна лише у словесній, графічній чи числовій формі. Оскільки представлення інформації у числовій формі зручне для подальшого її опрацювання, то часто словесну і графічну інформацію прагнуть подати у числовій формі. Числовою інформацією про характеристики об'єктів вивчення називають даними, які бувають категоріальними, якісними або кількісними. Дані – це вид інформації, яку дослідник отримує в процесі обстеження об'єктів вивчення.

Категоріальні дані отримують тоді, коли приписують об'єктам вивчення притаманні їм ознаки з використанням певних умовних позначень. Якісні дані одержують у результаті зіставлення притаманної об'єкту вивчення властивості з пунктами її якісної протяжності на одномірній континуальній шкалі. Кількісні дані отримують за результатами зіставлення притаманної об'єкту вивчення величини з одиницею її вимірювання. Число, яке отримують за результатами вимірювання, називають числовим значенням вимірюваної величини. Чим більше числове значення величини, тим її більше міститься в об'єкті вивчення.

Інколи має місце необґрунтована дискусія стосовно того, у якій формі дані обстеження більш інформативні, більш цінні тощо. Насправді кількісні і якісні дані тісно пов'язані між собою. Усі кількісні дані побудовані на якісних судженнях, усі якісні дані можна представити у числовій формі.

Потрібно зазначити, що проблема обстеження є лише частково математичною. Обстеження розпочинається з пошуку ознаки, властивості чи величини, значення яких для різних об'єктів вивчення можна виразити у деякому числовому масштабі. Щоб за певним правилом приписати числове значення характеристиці об'єкта вивчення, потрібно глибоко усвідомити її змістову структуру і знайти відповідність між нею та інструментом обстеження, а це вже задача якісно-кількісного аналізу.

Будь-яке обстеження будується на основі певного принципу і здійснюється з використанням певного методу, реалізованих в обстежувальному засобі. Під принципом обстеження розуміють сукупність явищ, на яких ґрунтується обстеження. Сукупність прийомів використання принципу і засобу обстеження називають методом обстеження.

Прийнято розрізняти два типи обстежень. У першому випадку проводяться одиничні обстеження ознаки, властивості чи величини у кожного з  $n$  ідентичних об'єктів. У другому випадку виконується  $n$  обстежень зазначених характеристик в одного об'єкта.

Обстеження можна здійснювати на одному з рівнів: номінальному, порядковому, інтервалів чи відношень.

Загалом обстеження об'єктів вивчення є однією з найскладніших дослідницьких проблем. Існування процедур ідентифікації, фіксації і вимірювання спричинене тим фактом, що характеристики об'єктів вивчення можуть бути абстрактними і конкретними. Вимірювати можна конкретне, абстрактне можна лише фіксувати чи ідентифікувати.



Результати обстеження, які стосуються вибірки, називаються статистиками. Аналогічно результати обстеження, які стосуються сукупності, називаються параметрами.

*Вимірювання величин.* У процесі вимірювання величини одержують її значення. Вимірювання діляться на прямі, опосередковані, сукупні й спільні.

Прямі вимірювання – це вимірювання, в результаті яких шукане значення величини знаходять порівнянням з мірою цієї величини чи за відліковим пристроєм вимірювального приладу (вимірювання довжини лінійкою, температури оточуючого середовища термометром тощо). Як видно із зазначеного, прямі вимірювання виконуються із застосуванням методів порівняння та безпосередньої оцінки.

Метод безпосередньої оцінки полягає в знаходженні значення вимірюваної величини за відліковим пристроєм вимірювального приладу без будь-яких дій з боку спостерігача і без обчислень, крім множення показів приладу на стале число. Використання зазначеного методу передбачає використання проградуєваних вимірювальних шкал, перетворення (в окремих випадках) вимірюваних величин у процесі їх вимірювання. Прикладом перетворення вимірюваних величин у процесі вимірювання є електричні методи вимірювання неелектричних величин, що пояснюється високою точністю електричних вимірювань та можливістю їх дистанційного виконання.

Методом порівняння знаходять значення вимірюваної величини, порівнюючи його із значенням, яке відтворює міра. Розрізняють такі різновидності методу порівняння: нульовий, протиставлення, збігу, різницевий, заміщення.

При нульовому методі ефект дії вимірюваної величини і величини, що відтворюється мірою, на прилад порівняння доводять до нуля. Характерним прикладом нульового методу вимірювання є зважування на важільних терезах.

Метод протиставлення полягає в тому, що вимірювана величина і величина, яку відтворює міра, одночасно діють на прилад порівняння, за допомогою якого встановлюється співвідношення між значеннями величин. Прикладом є метод зважування тіл на не рівноплечих терезах, запропонований К. Гаусом.

У методі збігу використовують збіг міток шкал або періодичних сигналів. Метод збігу використовується в ноніусі.

У різницевому методі на вимірювальний прилад діє різниця між значенням вимірюваної величини і значенням, що його відтворює міра.

Метод заміщення полягає в заміщенні значення вимірюваної величини значенням, яке відтворює міра. Прикладом є метод зважування Борда, який полягає в тому, що зважуване тіло зрівноважують тарою, потім тіло замінюють гирями, добиваючись рівноваги терезів.

При опосередкованих вимірюваннях вимірювана величина обчислюється з результатів прямих вимірювань інших величин, які пов'язані з вимірюваною величиною певною функціональною залежністю. Залежність між величинами може задаватись не тільки аналітично, а й таблично чи графічно. Прикладом опосередкованих вимірювань є вимірювання густини тіла, що має форму прямокутного паралелепіпеда, шляхом визначення його маси та розміру сторін.

Сукупні вимірювання – це одночасне вимірювання декількох однойменних величин, за результатами якого шукані значення величин знаходять розв'язуванням системи рівнянь, в які входять як знайдені експериментально, так і шукані значення величин (знаходження е.р.с. і внутрішнього опору джерела струму).

Спільні вимірювання – одночасні вимірювання декількох не однойменних величин для визначення залежності між ними (найчастіше таку залежність подають у графічній формі).

Загалом, розкриваючи зміст величини, вказують на: характеристику об'єкта; спільність цієї характеристики для багатьох об'єктів; важливість даної

характеристики для дослідження об'єктів; можливість різницевого порівняння характеристики в об'єктах; можливість кратного порівняння характеристики в об'єктах; обґрунтування одиниці вимірювання; зв'язок даної величини з іншими величинами; основні методи вимірювання величини; засоби вимірювання величини.

*Фіксація властивостей.* На відміну від вимірювання величин, за результатами якого можна встановити на скільки більше досліджуваної характеристики в першого об'єкта вивчення у порівнянні з другим, або у скільки разів у нього цієї характеристики більше у порівнянні з іншим, у процесі фіксації властивостей можна лише встановити чи більше досліджуваної характеристики у першого об'єкта у порівнянні з другим. У процесі фіксації властивості об'єкта вивчення одержують кількісне значення її якісної протяжності. Зазначене зумовлене відсутністю одиничного еталону, з яким можна було б порівняти міру притаманності досліджуваної властивості об'єкту вивчення. Тим не менше обов'язковою умовою фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості є наявність певної шкали, що являє собою сукупність пунктів (точок), позначених певними числами, кожному з яких ставиться у відповідність умовна кількість досліджуваної властивості. Як наслідок, порівняння двох об'єктів вивчення за мірою притаманності їм досліджуваної властивості здійснюється на основі приписування їм з використанням зазначеної шкали певних її кількостей.

Використання у процедурі обстеження умовного кількісного відношення як аналогу якісних відношень міри досліджуваної властивості носить назву кваліметричного підходу. При цьому найчастіше послуговуються такими кількісними характеристиками якісних відношень як час виконання дій, продуктивність праці, кількість допущених помилок, обсяг виучуваного матеріалу тощо.

Поряд з кваліметричними шкали фіксації якісної протяжності властивостей об'єктів вивчення використовуються шкали, побудовані на таких

трансляціях досліджуваної властивості, які не дозволяють їх абсолютну кількісну фіксацію.

Конструюючи шкалу якісної протяжності досліджуваної властивості, дослідник турбується про те, щоб можливі її значення на шкалі якісної протяжності передбачали усі можливі випадки; для цього він часто одному з пунктів шкали присвоює значення "усе інше". Цю характеристику властивості називають вичерпністю. Іншою характеристикою є взаємна виключність; жодний об'єкт вивчення не може приймати одночасно два значення на шкалі якісної протяжності досліджуваної властивості. Хоча на практиці інколи буває навпаки. Працююча людина, яка шукає роботу, одночасно одержує статус працюючого і не працюючого.

У конструюванні шкали для фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості завжди використовують опосередкований метод, а саме міру вираження абстрактної властивості ставлять у відповідність мірі її конкретного прояву. Саме тому, що невідомий характер функціонального зв'язку між властивістю та її агентом, зазначена трансформація носить суб'єктивний характер, а отже, втрачається різницева і відносна строгість такої шкали. У встановленні якісної протяжності досліджуваної властивості фіксують кількісне значення її зовнішнього прояву і переводять одержане значення у міру якісної протяжності досліджуваної властивості. Зазначене вище стосується одномірного випадку, коли досліджувана властивість зовнішньо проявляється у формі одного агента, який носить назву критерію. Певні кількісні значення критерію слугують відповідними показниками якісної протяжності досліджуваної властивості. Складнішим є випадок, коли досліджувана властивість зовнішньо проявляється двома чи більшою кількістю агентів, що слугують у процесі фіксації її критеріями. Причому, складність з'являється не стільки на етапах виокремлення інформативних зовнішніх проявів властивості (критеріїв) та обґрунтування їх показників, скільки на етапі інтерпретації, тобто трансляції результатів фіксації у значення якісної протяжності властивості. Це пов'язано

з труднощами у визначенні значень вагових коефіцієнтів для кожного з критеріїв, а отже, показникових різниць для різних критеріїв. Саме тому з метою підвищення рівня коректності обстеження бажано уникати оперування комплексними властивостями, що зовнішньо проявляються у формі декількох критеріїв.

Прикладом критерію ефективності методу навчання часто вважають рівень знань учнів. Показником рівня знань учнів є час виконання ними завдань. Зрозуміло, що ефективність методу навчання не визначається лише одним рівнем знань. А рівень знань, безперечно, не визначається лише часом виконання завдань. Із зазначеного робимо висновок, що найбільшою складністю в фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості є теоретичне обґрунтування її критеріїв і показників. Як результат відсутності у більшості випадків строгої теоретичної канви, різні дослідники у фіксації однієї і тієї ж властивості часто послуговуються різним інструментарієм.

Доречно зазначити, що об'єктивність фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості ще більше втрачається, коли в якості показників критерію слугують не кількісні його значення, а набір кількісно не впорядкованих тверджень про матеріалізацію вибраного критерію.

Як бачимо, для того, щоб зафіксувати якісну протяжність досліджуваної властивості, необхідно перш за все обґрунтувати шкалу і розробити відповідний інструментарій. Обґрунтування шкали та розроблення інструментарію – це свого роду винаходи, які, проте, здійснюються за певними правилами.

Насамперед, у фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості об'єкта вивчення дослідник може скористатися наявними шкалою та інструментарієм, якщо такі є. Якщо потрібних шкали та інструментарію немає, то постає потреба їх власноручного обґрунтування та розроблення. Водночас шкала та інструментарій не представлятимуть наукової цінності до тих пір, поки вони не пройдуть стандартизації і калібрування.

У розробленні шкали та інструментарію дослідник виходить з того, що у фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості можна застосувати прямий або опосередкований підхід. Ставлячи за мету з'ясувати, які радіопередачі користуються популярністю у водіїв, дослідник міг би провести опитування (пряма фіксація), або відвідати гаражі і зафіксувати, на які радіостанції налаштовані автомобільні радіоприймачі (опосередкована фіксація).

У фіксації кількісного значення зовнішнього прояву якісної протяжності досліджуваної властивості можливі два випадки. На значення якісної протяжності досліджуваної властивості вказує реакція об'єкта вивчення на дію інструментарію. Про значення якісної протяжності досліджуваної властивості можна судити також на основі її зовнішніх проявів, що не є відповіддю на дію провокуючих стимулів. Останнє переважно використовується у ранговій оцінці об'єктів обстеження. До такого обстеження залучається, як правило, декілька експертів, кожний з яких на основі запропонованого їм інструментарію (переліку зовнішніх проявів досліджуваної властивості) упорядковує об'єкти вивчення за якісною протяжністю досліджуваної властивості від найменшого до найбільшого значення. Після цього для кожного об'єкта вивчення оцінки, дані кожним експертом, усереднюються. Усереднені значення приписуються об'єктам вивчення.

До речі, з якісними протяжностями властивостей мають справу не тільки у педагогічних дослідженнях, а і в точних науках. Якщо невідома одиниця вимірювання для величини, то її розглядають як якісну, приписуючи об'єктам вивчення чи результатам повторних фіксацій значення якісної протяжності досліджуваної властивості.

Загалом хоча властивості досліджуваних об'єктів за суттю є неперервними конструктами, фіксуються вони на дискретній шкалі якісної протяжності. Доречно зазначити також, що, не зважаючи на серйозні методологічні труднощі, буквально усі властивості можна якісно квантифікувати.

*Ідентифікація ознак.* Якщо об'єкти вивчення володіють певною ознакою, то завдання полягає у тому, щоб приписати їм певні умовні значення цієї ознаки, поділити їх на групи на основі приписаних значень досліджуваної ознаки і порахувати кількість об'єктів (чи відносну їх кількість) у кожній групі. Об'єкти вивчення, як правило, володіють різними ознаками, а тому класифікувати їх можна за різними ознаками. Не рідко класифікують об'єкти вивчення за декількома ознаками одночасно, беручи до уваги усі можливі варіанти поєднання рівнів розглядуваних ознак.

**Особливості виконання обстежень у дослідженні освітніх проблем.** У педагогічних дослідженнях переважно мають справу з учасниками навчально-виховного процесу (учнями, учителями, адміністраторами, обслуговуючим персоналом, батьками, членами різного роду установ управління та громадських організацій тощо). Проте це не означає, що у зазначених дослідженнях не вимірюються, фіксуються чи ідентифікуються характеристики об'єктів не суб'єктного характеру.

Попри сказане у педагогічних дослідженнях частіше іншого доводиться оцінювати динаміку розвитку знань, умінь та навичок окремих учнів, порівнювати результати окремих учнів, груп, класів, навчальних закладів, визначати індивідуальні психолого-фізіологічні властивості учнів та їх розвиток у навчальному процесі тощо.

У дослідженні освітніх проблем мізерну кількість характеристик об'єктів вивчення встановлюють шляхом вимірювань. Практично усі властивості об'єктів обстеження опосередковано фіксують. У таких випадках вдаються до фіксації зовнішнього прояву властивості, що пов'язаний певним чином з нею, і переводять одержані дані у значення шуканої властивості. Необхідною умовою коректності такого обстеження є наявність встановленого зв'язку між індикантом і властивістю, яка через нього фіксується. Наприклад, рівень сформованості певної математичної навички можна фіксувати на основі даних вимірювання часу, затраченого на розв'язування задачі, що передбачає викорис-

тання цієї навички. Але як бути в тому випадку, коли один учень затратив на розв'язування задачі 5 хв., допустивши при цьому три помилки, а інший учень справився з задачею за 6 хв., допустивши у процесі розв'язування 2 помилки? Як порівняти навички цих учнів? Як правило, у таких випадках користуються не об'єктивними показниками, а суб'єктивними міркуваннями, що свідчить про недосконалість методу. Ще з складнішою задачею стикаються, коли в опосередкованих обстеженнях шукана властивість є функцією трьох чи більше критеріїв.

Загалом, якщо досліджуваному процесу чи явищу притаманна характеристика, розчинена у декількох критеріях, то резонно постає запитання щодо можливості її однозначної агрегованої оцінки. Наприклад, якість освітніх послуг, що визначається за результатами акредитації навчального закладу, передбачає врахування кваліфікації викладачів, забезпечення учнів навчальним матеріалом і т.д. Такі агреговані оцінки практично являються або результатом певної згоди між учасниками, або встановлюються на основі актів того чи іншого директивного органу.

Інша річ – використання агрегованих оцінок у науковому дослідженні, що породжує запитання про наукову, в тому числі й математичну їх строгість. Зокрема не викликає сумніву можливість використання агрегованої оцінки в тих випадках, коли додаються витрати часу на виконання учнями окремих однорідних завдань чи кількість помилок, допущених при виконанні окремих однорідних завдань. Проте, як тільки додаються бали, отримані учнями за виконання різних завдань, – дослідження виходить за межі наукової строгості:  $5 + 2$  не одне і те ж, що  $4 + 3$ . Ще більшої помилки припускаються ті дослідники, які додають бали результату ідентифікації різнорідних характеристик: загальних і спеціальних знань; проєктивних, конструктивних, організаторських, комунікативних, гностичних умінь; складових морально-психологічної спрямованості (увага до людей, справедливість, гуманізм, відповідальність); характеристик розуму, мови, волі, характеру, емоцій. Щоб не впасти у таку пастку,



достатньо поставити перед собою щонайменше такі запитання: невже можна додавати значення різних властивостей, навіть ідентифікованих за допомогою однієї і тієї ж оцінки – балу; невже один бал з загальної обдарованості можна замінити одним балом з морально-психологічної спрямованості особистості? А отже, навіть у тих випадках, коли таке додавання логічно коректне, без знання того, скільки важить кожний критерій в досліджуваній властивості, такі тотожності некоректні і позбавлені будь-якого сенсу.

Ще з більшими труднощами дослідник стикається тоді, коли необхідно зафіксувати якісну протяжність комплексної характеристики. Аналіз свідчить про наявність усталеної технології фіксування якісної протяжності складних властивостей. Насамперед прагнуть представити складну властивість у вигляді її структурних компонент, фіксують кожну з її структурних компонент за описаною вище методикою, обґрунтовують їх питомий вміст у значенні складної властивості і виводять комплексну оцінку.

Достатньо простим і зрозумілим методом додавання векторних оцінок є використання матриці згортання. Загалом же додавання векторних оцінок вимагає використання апарату вищої математики. Водночас потрібно пам'ятати, що отримання комплексної оцінки не завжди є необхідним, а тому не обов'язково в кожному випадку векторні оцінки “зводити до спільного знаменника”. Більше того, якщо за одними компонентами експериментальна група краща за контрольну, а за іншими навпаки, то якісно інтерпретація таких результатів виграє у порівнянні з тим випадком, коли дослідник користуватиметься комплексною оцінкою. Словом, потрібні логічні дії, а не бездумне введення комплексної оцінки, де це неможливо чи важко, або навіть шкідливо.

Аналіз свідчить, що практично у кожному педагогічному дослідженні постає потреба трансформації досліджуваної властивості в операційні критерії і показники. Наприклад, трактуючи сутність властивості “інтерес” операційно, потрібно дати відповідь на запитання: які критерії фіксують його наявність чи відсутність (частота перегляду телепередач; запам'ятовування побаченого;

вибір даної програми із можливих тощо). Пошук емпіричних проявів властивості називають її емпіричною інтерпретацією.

З точки зору класичного позитивізму емпірична інтерпретація досягається шляхом повної редукції значення властивості до її емпіричних ознак. Проте зміст абстрактного терміну ніколи не трансформується у скінченну кількість проявів його сутності, зберігаючи деякий “залишок”, що не передається в емпіричних показниках. Тому емпірична інтерпретація властивості об’єкта вивчення необхідно часткова. Як наслідок, інтерпретація понять в операційних термінах означає пошук емпіричних ознак, що пояснюють їх значення у деякому суттєвому для досліджуваної задачі відношенні. Суттєве відношення у свою чергу визначається предметом дослідження.

В обстеженні об’єктів вивчення у процесі дослідження освітніх проблем часто стикаються з труднощами, пов’язаними з власноручним виготовленням засобів обстеження за умови відсутності відповідних прокаліброваних еталонів. У зв’язку з цим стає можливим оперувати не абсолютним значенням характеристики, а відносним.

Попри сказане, фіксація якісної протяжності властивостей ускладнюється, наприклад, тим фактом, що знати і розуміти зовсім різні речі. Інструмент, побудований на засадах відтворення, сконструювати не важко; набагато важче сконструювати інструмент фіксації розуміння.

Загалом, якими досконалыми не були б методи обстеження, теоретично обґрунтованими й експериментально перевіреними, з їх допомогою можна оцінити лише один-два аспекти досліджуваної проблеми. У повному обсязі характер навчально-виховного процесу можна встановити, використовуючи комплекс методів.

Іншою особливістю педагогічних досліджень є той факт, що оперувати даними, отриманими за результатами обстеження досліджуваної характеристики у одного суб’єкта, практично не можливо внаслідок великої їх неоднорідності. Як наслідок, щоб згладити неоднорідності, оперують середнім значен-

ням характеристики для групи суб'єктів. При цьому, чим більший об'єм групи, тим ближче отримане значення до значення, отриманого в результаті встановлення даної характеристики у всіх суб'єктів.

### **Запитання**

- \* *За яких умов властивості перетворюються у величини?*
- \* *У яких випадках доцільно виконувати  $n$  вимірювань, оперуючи одним об'єктом?*
- \* *У яких випадках раціонально виконувати по одному вимірюванню на кожному з  $n$  об'єктів?*
- \* *Чому дослідник прагне інформацію про об'єкт вивчення представити у числовій формі?*
- \* *Яка відмінність між категоріальними, якісними і кількісними даними?*
- \* *Що таке вимірювання?*
- \* *Яка відмінність між вимірюванням, фіксацією та ідентифікацією?*
- \* *Чому зафіксувати якісну протяжність конкретних властивостей легше у порівнянні з абстрактними властивостями?*
- \* *За яких умов використовуються сукупні вимірювання?*
- \* *Що можна сказати про однорідність та ідентичність об'єктів вивчення у педагогічних дослідженнях?*
- \* *Чому в педагогічних дослідженнях переважно користуються відносними, а не абсолютними показниками?*
- \* *Що спонукає дослідників-педагогів вдаватися до усереднення значень встановлених характеристик об'єктів вивчення?*

### **Завдання**

- \* *Наведіть приклад величини.*
- \* *Наведіть приклад властивості.*
- \* *Наведіть приклад ознаки.*
- \* *Розкрийте технологію конструювання системи величин.*

- \* *Наведіть приклад, коли одна і та ж величина є одночасно змінною і постійною.*
- \* *Наведіть приклад неперервної і дискретної величини.*
- \* *Наведіть приклад первинної і вторинної величини.*
- \* *Наведіть приклад величини, що є одночасно причинною і наслідковою.*
- \* *Наведіть приклад незалежної і залежної величини.*
- \* *Виокремте у гіпотетичному дослідженні педагогічного явища внутрішні і зовнішні властивості.*
- \* *Проілюструйте технологію конструювання методу вимірювання.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти методом безпосередньої оцінки.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти нульовим методом.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти методом протиставлення.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти методом збігу.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти різницевим методом.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти методом заміщення.*
- \* *Наведіть приклад величини, яку можна виміряти шляхом опосередкованого вимірювання.*
- \* *Наведіть приклад властивості, критеріїв, що її репрезентують, набору показників якісної протяжності властивості.*
- \* *Розкрийте суть кваліметричного підходу в фіксації властивостей.*
- \* *Проілюструйте різні теоретичні підходи до фіксації однієї і тієї ж властивості.*
- \* *Наведіть приклад ідентифікації ознак об'єктів вивчення.*
- \* *Назвіть труднощі фіксації та ідентифікації.*
- \* *Наведіть приклад правильних і неправильних дій у комплексній оцінці освітнього явища.*

## § 10. Засоби обстеження

**Типологія засобів обстеження.** Обстеження об'єктів вивчення здійснюються за допомогою засобів обстеження, які поділяють на засоби вимірювання, фіксації та ідентифікації. Засоби вимірювання кількісних значень величин загалом поділяються на міри, прилади і установки. Міра – це об'єкт з певним значенням вимірюваної величини, прийнятим за одиницю. Вимірювальна установка – це сукупність органічно пов'язаних приладів та необхідних допоміжних об'єктів, що використовуються у даному дослідженні. Мірам і приладам притаманні певні нормовані метрологічні характеристики.

Типовими засобами фіксації якісної протяжності властивостей об'єктів вивчення є бланки спостереження, опитувальники і тести, які узагальнено називатимемо пристроями.

З іншого боку, пристрої поділяють на нормально орієнтовані та критеріально орієнтовані. За допомогою нормально орієнтованих пристроїв для кожного об'єкта вивчення отримують числове значення досліджуваної властивості, яке зіставляється з середнім показником групи і нормується в одиницях стандартного відхилення. Дані, отримані за допомогою критеріально орієнтованих пристроїв, передбачають отримання відповіді на запитання: відповідає значення властивості для даного об'єкта вивчення певному критерію чи ні. Наприклад, якщо критичним значенням кількості правильних відповідей на завдання тесту є 80%, суб'єкти  $A_1, \dots, A_n$  дали правильні відповіді на 80% і більше завдань тесту, а суб'єкти  $B_1, \dots, B_n$  – на меншу кількість запитань, то  $A_1, \dots, A_n$  можна приписати 1,  $B_1, \dots, B_n$  – 0 (тобто застосувати *пройшов – не пройшов* критерії). З урахуванням зазначеного можна не безпідставно очікувати, що теоретичні засади конструювання нормально і критеріально орієнтованих пристроїв дещо відрізняються.

Залежно від того, в який спосіб дослідник отримує інформацію про об'єкт вивчення, пристрої ділять на безпосередні (такі, за допомогою яких інформацію про якісну протяжність властивості фіксують у процесі реальної

діяльності, беручи до уваги або процес або його результат) та опосередковані (такі, за допомогою яких інформацію про якісну протяжність властивості одержують як результат декодування відповіді (письмової чи усної) випробовуваного на стимул).

З метою ідентифікації ознак об'єктів вивчення, як правило, використовують очевидні критерії ознак, задокументовані відомості про них тощо, які узагальнено називатимемо інструментом ідентифікації.

Обстежувальний засіб, який використовується дослідником для того, щоб зібрати дані про об'єкт вивчення, а також умови, в яких він застосовується, називають інструментарієм. Умови використання засобу обстеження включають відповіді на запитання: де будуть збиратися дані? коли будуть збиратися дані? як часто (скільки разів) будуть проводитися обстеження? хто буде виконувати обстеження?

Відповіді на ці запитання є особливо важливими у процесі фіксації якісної протяжності властивостей, бо на точності отриманих даних позначається не тільки якість засобу, а й правильні, адекватні умови його застосування. Тому на додаток до зазначеного дослідник відповідає на запитання: як довго триватиме обстеження? наскільки чіткими є інструкції до обстеження? чи придатний засіб для використання у різних умовах? наскільки легко робити відлік та інтерпретувати результати? скільки коштує процедура обстеження? чи існують еквівалентні засоби? чи піднімалися які-небудь проблеми іншими дослідниками, які використовували засіб? на скільки точним і чутливим, валідним і надійним є засіб?

**Сигнал і шум.** Засоби обстеження завжди реагують на дію не тільки тих характеристик об'єктів вивчення, які цікавлять дослідника, а й багатьох інших. Ефект дії досліджуваної характеристики об'єкта вивчення на засіб обстеження прийнято називати сигналом. Ефект дії побічних факторів на засіб обстеження називають шумом. Таким чином, у кожному обстеженні об'єктів вивчення завжди мають справу з сигналом і шумами. Звісно, що у

конструюванні засобів обстеження прагнуть до того, щоб вони реагували на досліджувані характеристики об'єктів вивчення та ігнорували побічні. Проте добитися повного ігнорування засобом обстеження дії побічних факторів не можливо. На практиці ніколи не вдається одержати дані, вільні від шумів, оскільки деякі види шумів є результатом термодинамічних і квантових ефектів, яких не можна уникнути у процесі вимірювання. Водночас дані, одержані без застосування електричних приладів, також містять шуми. Як наслідок, розробники засобів обстеження прагнуть домогтися максимально можливого відношення величини сигналу до величини шуму у результаті обстеження (*SNR*). Оскільки точні значення сигналу і шуму невідомі, то зазначене відношення оцінюють відношенням середнього арифметичного результату обстеження до стандартного відхилення значень у серії обстежень:

$$SNR = \bar{x} / s \quad (10.1)$$

**Точність і чутливість приладів вимірювання.** Точність засобу вимірювання характеризує міру наближення його показів до дійсних значень вимірюваної величини. Точність мір пов'язана з технологією та матеріалом їх виготовлення. Точність вимірювального приладу пов'язана з явищем, на основі якого побудований метод вимірювання, а також допусками при виготовленні різних частин приладу. Загалом точність приладу визначається точністю трансформації вимірюваної величини у свій зовнішній прояв (індикант), конструктивними можливостями зазначеної трансформації та точністю шкали відліку. Як бачимо, одного підвищення точності шкали відліку не достатньо для того, щоб принципово підвищити точність вимірювального приладу. Із зазначеного робимо висновок, що точність приладу вказує на ступінь наближення одержаних з його допомогою значень вимірюваної величини до точних значень за умови, що ні зовнішні умови його використання, ні особистісно-професійні характеристики дослідника не позначаються на одержаних показах. Вимірювальні прилади класифікуються за різними ознаками, у тому числі за класом їх точності. Точність

вимірювального приладу засвідчується відповідним сертифікатом. У процесі експлуатації вимірювальні прилади періодично проходять повірку з метою підтвердження сертифікованої точності.

Окремий ряд утворюють вимірювальні прилади, дія яких не передбачає трансформацію вимірюваної величини в індикант. Точність таких приладів визначається виключно технологією конструювання шкали відліку. Стосовно такого типу приладів специфічно інтерпретується така метрологічна характеристика засобів вимірювання як чутливість.

Загалом чутливість приладу визначається мінімально зміною вимірюваної величини, яку можна зафіксувати індикантом. Зрозуміло, що чутливість приладу пов'язана з силою зв'язку між вимірюваною величиною та індикантом. Чим більші зміни в індиканті викликають зміни вимірюваної величини, тим чутливішим є прилад.

У конструюванні вимірювальних приладів виходять з того, щоб точність і чутливість узгоджувались між собою та з мінімальною одиницею шкали відліку. Головним компонентом у цій тріаді є чутливість приладу. Точність приладу з одного боку обмежена його чутливістю: не можна одержати значення вимірюваної величини з абсолютною похибкою, меншою за чутливість приладу. З іншого боку точність приладу обмежена його конструктивними особливостями. Як наслідок, у конструюванні приладу вимірювання виходять з того, щоб збільшуючи його точність, привести її у відповідність з закладеною у ньому чутливістю. Тепер можна зрозуміти, якими міркуваннями керуються у конструюванні шкали відліку вимірювального приладу. Виходять з того, щоб її мінімальна одиниця відповідала чутливості (і точності) приладу. Як наслідок необмежене дроблення шкали відліку позбавлене сенсу. Використання надто дрібної шкали є зайвим, надто груба шкала понижує точність вимірювання.

Іноді для збільшення точності відліку шкалу розтягують, проте така операція ніяк не позначається на точності і чутливості приладу. Із зазначеного



вище впливає, що чим точніше ми хочемо виміряти величину, тим важче це зробити. З іншого боку, вимірювальний прилад з широкими межами вимірювання сконструювати важче у порівнянні з таким, що призначений для вимірювань у вузькому діапазоні.

Усе зазначене вище стосувалося аналогових вимірювальних приладів. У випадку цифрових вимірювальних приладів міркування приблизно такі ж.

**Метрологічні вимоги до пристроїв фіксації.** Насамперед потрібно пам'ятати, що пристрої фіксації, як і вимірювальні прилади, мають межі фіксації, поза якими їх використання або мало коректне або зовсім не можливе. Фіксація якісної протяжності досліджуваної властивості можлива лише за умови її трансформації у вигляді певного зовнішнього прояву. Як наслідок точність пристрою фіксації властивостей об'єктів вивчення залежить від однозначності зазначеної трансформації. Чутливість пристрою фіксації визначається тим фактом, наскільки зовнішній прояв властивості (індикант) реагує на зміни її якісної протяжності. Водночас визначити кількісно точність і чутливість засобів фіксації не видається можливим через те, що процес фіксації не передбачає оперування одиничною кількісною мірою. Про придатність засобів обстеження, які не мають одиниць вимірювання, судять на основі оцінки їх валідності, надійності і коректності.

**Валідність пристроїв фіксації** – це факт фіксації ними саме тієї властивості, для фіксації якої вони призначені. Перед тим, як використовувати засіб обстеження, дослідник має мати певну впевненість, що за його допомогою він фіксує ту властивість, яку він має намір зафіксувати. Наприклад, завдання “ $1 + 1 = \dots$ ” є валідним для фіксації базового усвідомлення сутності додавання, але таке завдання буде менш валідним для фіксації більш глибокого розуміння сутності цієї арифметичної дії і зовсім не валідним для фіксації знань з історії математики.

Валідність – одна з вимог, яких потрібно дотримуватись, виготовляючи чи вибираючи засоби обстеження. Виведення правильних висновків на основі

даних, отриманих шляхом використання засобу обстеження, певною мірою визначається його валідністю. Загалом валідність вказує на міру придатності не засобу, а його використання в даних умовах. Зазначене є свідченням того, що коректно вести мову про валідність не стільки засобу обстеження, як розробленого на його основі інструментарію. Проте у наступному викладі із зрозумілих причин розглядатимемо лише проблеми валідності засобів фіксації.

Якщо перед дослідником поставлено певне запитання, і якщо дані, отримані за допомогою використаного пристрою, дозволяють (чи сприяють) отримати відповідь на це запитання, то можна говорити про його валідність. Перевіряючи пристрій на валідність, дослідник з'ясовує, як добре він транслює досліджувану властивість в індикант, іншими словами, наскільки засіб обстеження конструктивно відповідає тому, яким фіксують досліджувану властивість. У зв'язку з цим він керується вимогою фіксувати ту властивість, яку він планує, усю її і нічого зайвого. Валідність відображає той факт, наскільки вдало вибрано зовнішній індикатор внутрішнього стану, притаманності об'єкту вивчення досліджуваної властивості. При цьому найбільше труднощів дослідник зустрічає тоді, коли йому необхідно фіксувати властивість, яка складається з декількох конструктів.

Якщо дослідник переконаний в тому, що те, що він фіксує, співпадає з тим, що він хоче фіксувати, то про використовуваний ним засіб кажуть, що він валідний. Переконання у тому, що те, що дослідник фіксує, є тим, що він хоче фіксувати, приходять у зв'язку з перевіркою засобу на валідність. Валідність зазвичай трактується як відповідність, значущість і однозначність засобу обстеження.

Засіб обстеження валідний, якщо з його допомогою фіксують саме ту властивість, яку мають намір зафіксувати, причому фіксують її у чистому вигляді, а не змішаному з іншими властивостями. Припустимо, що дослідник ставить за мету з'ясувати середню тривалість трансляції певних типів телепередач.

Щоб розв'язати зазначене дослідницьке завдання він виокремлює у списку телепередачі, які його цікавлять, і пропонує респондентам (телеглядачам) вказати, яким з поданих у списку передачам вони приділяють “надто багато”, “достатньо”, “надто мало” часу. Цілком очевидно, що розроблений пристрій не відповідає вимозі відповідності, оскільки з його допомогою фіксується не тільки об'єм часу, що відводиться на їх трансляцію, а й відношення людей до даних передач. Об'єм часу у цьому випадку потрібно вивчати за допомогою аналізу “сітки” програм телебачення. Якщо перед дослідником постало завдання фіксації якісної протяжності властивості  $A$ , то сконструйований ним пристрій має фіксувати одну чи декілька величин  $a_1, \dots, a_n$ , які пов'язані з властивістю  $A$ . Наприклад, якщо дослідник хоче довідатися про рівень знань учнів про африканську культуру, то інформація, отримана ним щодо учнівських знань з фізичної географії, не відповідає критерію відповідності, бо немає ніякого зв'язку між знаннями учнів з фізичної географії та їх знаннями культури Африки. А отже, засіб обстеження не задовольнятиме вимогу відповідності.

Фіксуючи властивість  $A$ , можна сконструювати пристрій, який фіксує одну чи декілька величин  $a_1, \dots, a_n$ ; але досліднику потрібно вибрати такий пристрій, який фіксуватиме величину, що найтісніше пов'язана з властивістю  $A$  (тобто постачає про неї найбільше інформації). Сконструйований у такий спосіб пристрій відповідає вимозі значущості.

До величини, що найтісніше пов'язана з досліджуваною властивістю, ставиться також вимога однозначного трактування якісної протяжності останньої.

Загалом валідність пристрою – це трансляційна і критеріальна валідності, узяті разом. Доказом трансляційної валідності пристрою є очевидна і змістова валідності. Доказом критеріальної валідності пристрою є позитивний результат його перевірки на прогностичну, конкурентну, конвергентну і дискримінаційну валідності.

Оцінюючи валідність пристрою на основі його *очевидності*, дослідник виходить з суб'єктивних міркувань, наскільки добре індикант відображає досліджувану властивість. Наприклад, аналізуючи один із засобів фіксації математичних умінь учнів, дослідник після перегляду тестових завдань може дійти висновку, що "даний тест математичних умінь відповідає поставленому завданню обстеження". Як видно, такі висновки носять чисто суб'єктивний характер. Водночас потрібно зауважити, що слабка очевидність пристрою ще не означає, що він не валідний. Покращити процедуру оцінки валідності шляхом використання критерію очевидності можна завдяки систематизації. Наприклад, у випадку засобу фіксації математичних умінь зроблений вибір на користь певного тесту математичних умінь можна відправити групі експертів і зробити остаточний висновок з врахуванням їхньої думки. І все-таки, мабуть, критерій очевидності є найбільш недосконалим у перевірці валідності пристрою.

Оцінюючи валідність пристрою шляхом використання критерію його *змістового наповнення*, дослідник зіставляє операційні процедури із змістовими доменами властивості, що фіксується. Змістова перевірка ґрунтується на врахуванні того, наскільки повно виокремлені конструкти відображають складну властивість і наскільки вдало відібрані індиканти фіксують відповідні конструкти. Якщо за допомогою пристрою  $A$  фіксується властивість  $B$ , що структурно містить компоненти  $b_1, \dots, b_n$ , то пристрій  $A$  має містити елементи  $a_1, \dots, a_n$ , які у правильному співвідношенні повинні охопити кожний з елементів  $b_i$  (залежно від того, яку частку вносить  $b_i$  у властивість  $B$ , тобто  $a_i / n = b_i / B$ , де  $a_i$  – кількість завдань, спрямованих на ідентифікацію  $b_i$ ,  $n$  – загальна кількість завдань). Наприклад, якщо за допомогою тесту фіксують математичні здібності, то завдання тесту мають бути такими, щоб охопити всю множину математичних здібностей та ще й у правильному співвідношенні, а саме, відносна кількість завдань на дану компоненту

здібностей має дорівнювати ваговому значенню даної компоненти у структурі здібностей.

Практично змістова оцінка валідності пристрою здійснюється шляхом зіставлення авторського погляду на зміст і форму пристрою з думкою експертів з цього приводу. Наприклад, якщо дослідник ставить за мету фіксувати здібність учнів використовувати інформацію, яку вони раніше отримали, то, на його думку, зазначена здібність означає, що учні:

- роблять правильні висновки на основі інформації, яку вони отримують;
- виводять логічні застосування, що випливають із запропонованої їм точки зору;
- констатують ідентичність, схожість, незв'язність чи протилежність двох ідей.

На кожну із складових зазначеної здібності дослідник розробляє завдання чи запитання. Усі вони, разом узяті, складають пристрій фіксації якісної протяжності зазначеної здібності. Цю документацію дослідник передає експертам, які роблять висновки щодо структури досліджуваної величини та відповідності завдань (запитань) характеру структурних компонент. У випадку необхідності дослідник робить уточнення чи кардинальну заміну як структурних компонент, так і завдань (запитань), спрямованих на їх фіксацію.

Використовуючи критерій *прогностичності* в оцінці валідності пристрою обстеження, дослідник бере до уваги його прогностичну здатність. Нехай дослідник хоче перевірити валідність тесту математичних умінь, використовуючи критерій його прогностичної здатності. Для цього він відбирає групу осіб, у професійній діяльності яких математичні уміння посідають вагоме місце. Такими можуть бути, наприклад, інженери. Далі дослідник фіксує зарплату кожного з відібраних інженерів і пропонує їм тест математичних умінь. При цьому він міркує, що якщо в основі успіху в професійній діяльності інженерів знаходяться математичні уміння, а заробітна плата фахівців прямо пропорційна їхньому професійному рівню, то високе значення коефіцієнта

кореляції між рівнем заробітної плати і рівнем математичних умінь є доказом валідності тесту на основі використання критерію його прогностичної здатності. Загалом, здійснюючи оцінку валідності пристрою шляхом використання критерію прогностичності засобу обстеження, для досліджуваної властивості підбирають характеристику, яка тісно опосередковано (або безпосередньо) пов'язана з нею і для якої відомий метод фіксації; після цього ці дві властивості фіксуються; за результатами фіксації обчислюють коефіцієнт кореляції, на основі якого судять про валідність засобу обстеження, знову таки приймаючи, що фіксація другої властивості здійснювалась валідним засобом.

Оцінюючи валідність пристрою шляхом використання критерію *конкурентності*, дослідник виявляє його здатність відрізнити групи, які теоретично повинні відрізнитися. Загалом валідність пристрою тим вища, чим більш схожі групи можна з його допомогою відрізнити. Нехай, наприклад, сконструйовано пристрій для фіксації спостережливості дітей. Якщо за допомогою такого пристрою можна показати, що група дітей, здібних до фізики, відрізняється від групи дітей, здібних до математики, то цим самим доводиться його валідність на основі використання критерію конкурентності.

У процесі оцінювання *валідності* пристрою шляхом використання критерію *конвергентності* дослідник перевіряє, наскільки одержані з його використанням дані корелюють з даними, одержаними за допомогою іншого засобу обстеження, призначеного для фіксації тієї ж властивості. Для цього у групи осіб фіксується певна властивість з використанням двох засобів і за одержаними результатами обчислюється коефіцієнт кореляції: чим вище значення коефіцієнта кореляції одержують, тим більшою є валідність сконструйованого пристрою.

Один з різновидів використання зазначеного критерію перевірки валідності пристрою обстеження передбачає:

- чітке визначення досліджуваної властивості;

- побудову гіпотез, заснованих на визначенні досліджуваної властивості, що стосуються того, як індивіди, *багато* – *мало* володіючи нею, будуть вести себе у частковій ситуації;

- логічну й емпіричну перевірку гіпотез.

Нехай дослідник хоче оцінити валідність олівець – папір тесту чесності. Спочатку він дає визначення чесності і висуває гіпотезу стосовно того, як чесні люди поступають у порівнянні з нечесними. Наприклад, дослідник може припустити, що чесна людина, знайшовши річ, що їй не належить, буде шукати власника речі, тоді як нечесна людина привласнить її собі. Після цього він пропонує тест чесності, щоб поділити індивідів на дві групи *чесні* – *нечесні*. Тоді кожна група окремо тестується знову з використанням підкинутого гаманця з грішми і координатами власника. Якщо пристрій обстеження чесності валідний, то у першій групі осіб, які намагатимуться встановити зв'язок з власником гаманця, виявиться більше у порівнянні з другою групою.

У випадку використання критерію *дискримінантності* в оцінці валідності пристрою дослідник обчислює коефіцієнт кореляції між показниками, одержаними за допомогою випробовуваного пристрою (тест математичних умінь), і показниками, одержаними з використанням іншого засобу (тест вербальних умінь), не призначеного для фіксації цієї ж властивості: чим нижче значення коефіцієнта кореляції, тим більша валідність випробовуваного пристрою.

Н. Гронлунд запропонував в оцінці валідності пристрою використовувати таблицю очікуваності. Ця таблиця являє собою, наприклад, поділ учнів експертами на групи на основі визначних (1), вище середнього (2), середніх (3), нижче середнього (4) навчальних досягнень. Тоді для кожної групи підраховується відсоток учнів з оцінками *A, B, C, D*, причому  $n_a + n_b + n_c + n_d = 100\%$ . Одержані дані представляються у вигляді таблиці 10.1.

Таблиця 10.1. Табличний метод оцінки валідності пристрою

	A	B	C	D
1	$n_{1a}$	$n_{1b}$	$n_{1c}$	$n_{1d}$

2	$n_{2a}$	$n_{2b}$	$n_{2c}$	$n_{2d}$
3	$n_{3a}$	$n_{3b}$	$n_{3c}$	$n_{3d}$
4	$n_{4a}$	$n_{4b}$	$n_{4c}$	$n_{4d}$

Ця таблиця відображає зв'язок між двома методами фіксації однієї і тієї ж властивості. І якщо такий зв'язок існує, то доводиться валідність першого чи другого засобу, залежно від того, який з них приймається за еталон.

**Надійність пристроїв фіксації.** До засобу обстеження висувається вимога забезпечення відтворюваності одержаних з його використанням результатів. Зазначену вимогу називають надійністю. Надійність пристрою – це його здатність забезпечувати при багаторазовій фіксації відносно постійні значення якісної протяжності досліджуваної властивості. Потреба багаторазового використання одного і того ж пристрою виникає у зв'язку з фіксацією властивості у різних об'єктів (чи груп об'єктів), пролонгованій у часі фіксації з залученням одного і того ж об'єкта (чи групи об'єктів). Як бачимо, надійність пов'язана з відтворюваністю отриманих даних; вона показує, наскільки результати фіксації залишаються незмінними для обстежень, зроблених у різний час, із залученням різних об'єктів. Така постійність вселяє у дослідника впевненість, що отримані результати точно репрезентують досліджувану властивість, якщо, звичайно, результати обстеження позбавлені впливу систематичної похибки. Як і у випадку з валідністю, доречно було б вести мову про надійність не пристрою, а інструментарію. Проте обмежимося частковим випадком і проаналізуємо проблему надійності засобу обстеження.

Зазначимо насамперед, що надійність пристрою – це характеристика, яка виражає стійкість результатів фіксації до дії сторонніх випадкових факторів. Надійність – це характеристика того, в якій мірі виявлені відмінності у результатах є відображенням дійсних відмінностей якісної протяжності властивості, і в якій мірі вони можуть бути приписані випадковим факторам. Відмінності у якісних протяжностях властивості, отриманих для одного і того ж випробовуваного у різний час, або для групи випробовуваних, пояснюється тим фактом,



що результат обстеження переважно підданий впливу великої кількості неконтрольованих факторів: мінливості, притаманній досліджуваній властивості, і фактору нестабільності процедури фіксації.

Засіб обстеження є надійним, якщо він дає постійні результати за умови, звичайно, що досліджувана характеристика не змінюється. Для того, щоб подивитися, наскільки постійним є результат обстеження, зафіксуємо одну і ту ж характеристику в однієї і тієї ж групи об'єктів одним і тим же засобом двічі. Результати зображено на рисунку 10.1.

Важливо взяти до уваги, що ми фіксуємо  $X$ , а не  $T$  чи  $e$ . Нехай студент одержав 85 балів за тест з математики. Але якщо у момент

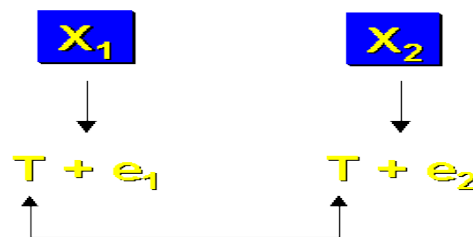


Рис. 10.1. Модель надійності

тестування студент погано себе почував, то одержаний результат не відтворює істинний показник математичних умінь, який насправді може бути рівним, скажімо, 89.

Але як можна одержати незмінний результат при повторному обстеженні? Потрібно зазначити, що у двох послідовних обстеженнях залишається незмінним тільки істинне значення досліджуваної характеристики (за умови, що вона з часом не дрейфує), похибки змінюються, результати спостереження – теж. Як наслідок, надійність можна означити як відношення істинного значення досліджуваної характеристики до результату обстеження. Тобто надійність можна трактувати як частку істинного значення у результаті обстеження. Якщо розглядати не окремого індивіда, а групу, то надійність засобу обстеження можна означити як відношення дисперсії істинного значення до дисперсії результату обстеження.

Теоретично надійність пристрою можна визначити як відношення істинного та емпіричного значень дисперсії досліджуваної властивості:

$$\alpha = \frac{S_t^2}{S_e^2}, \quad (10.2)$$

де  $\alpha$  – надійність,  $S_t^2$  – істинна дисперсія,  $S_e^2$  – емпірична дисперсія.

Зараз ми дібрались до критичного місця. Легко можна обчислити дисперсію результатів обстеження членів групи, але не можна обчислити дисперсію істинних значень досліджуваної характеристики для членів цієї групи. А отже, обчислити надійність не можливо. Але якщо надійність не можна обчислити, то, можливо, можна хоча б її оцінити?

Оскільки результати двох послідовних обстежень пов'язані, їм притаманне одне і те ж істинне значення досліджуваної характеристики, то можна обчислити коефіцієнт кореляції між двома парами одержаних значень досліджуваної характеристики кожним членом групи. До того ж, можна показати, що записаний у такий спосіб коефіцієнт кореляції в іншому представленні виглядає як відношення дисперсії істинного значення до дисперсії спостережуваного значення. Оскільки результат обстеження це істинне значення, додане до похибки обстеження, то у випадку абсолютно точного обстеження надійність рівна 1, у випадку абсолютно помилкового обстеження надійність рівна 0.

Як бачимо, точно визначити надійність пристрою неможливо. Її можна тільки оцінити. Оцінка надійності пристрою будується на ідеї використання коефіцієнта кореляції між двома рядами значень фіксованої властивості для одних і тих же об'єктів вивчення. При цьому низьке значення коефіцієнта кореляції  $r$  свідчить про те, що неконтрольовані фактори неоднаковою мірою для різних об'єктів впливають на досліджувану властивість, а отже, пристрій не можна назвати надійним у застосуванні до будь-якого об'єкта. У випадку, коли  $r$  близьке до 1, неконтрольовані фактори практично однаково впливають на значення досліджуваної властивості у різних об'єктів, що є свідченням того, що пристрій є надійним стосовно будь-якого об'єкта. Загалом вважається, що пристрій надійний, якщо  $r \geq 0,6$ .

Існує декілька методів оцінки надійності засобу обстеження.

*До* – після метод оцінки надійності пристрою побудований на ідеї двох обстежень об'єктів вивчення за допомогою одного і того ж засобу обстеження. Надійність у цьому випадку трактується як відповідність результатів першого

і другого випробувань, тобто як коефіцієнт кореляції між їх результатами. Застосування цього методу оцінки надійності пристрою обстеження полягає у тому, що в  $n$  об'єктів вивчення фіксується властивість  $A$  і отримуються  $a_1, \dots, a_n$  значення. Через деякий проміжок часу фіксують якісну протяжність властивості  $A$  для тих же  $n$  об'єктів і отримують відповідні значення  $\tilde{a}_i$ . Після чого обчислюють коефіцієнт кореляції  $r$  для одержаних пар значень  $a_i$  і  $\tilde{a}_i$ . Вважається, що чим вищий коефіцієнт кореляції, тим більша надійність пристрою. Недосконалість цього методу оцінки засобу обстеження на надійність полягає в тому, що якщо два випробування проводити з незначним інтервалом, то проявляються ефекти пам'яті та вироблення умінь. Якщо збільшувати часовий проміжок між повторними випробуваннями, то підвищується вірогідність дії сторонніх факторів: можуть наступити закономірні вікові зміни тощо. Тому часовий проміжок між випробуваннями, як правило, вибирають у декілька місяців і зменшують його із зменшенням віку обстежуваних.

*Метод еквівалентних (паралельних) форм.* У групі індивідів з  $n$  осіб з незначним зміщенням у часі фіксують якісну протяжність однієї і тієї ж властивості, використовуючи пристрої  $A$  і  $A'$  (сконструйовані на одних і тих же теоретичних засадах). При цьому отримують два ряди значень досліджуваної властивості  $a_1, \dots, a_n$  і  $a'_1, \dots, a'_n$ . Після чого обчислюють для одержаних пар значень коефіцієнт кореляції  $r$ . Високе значення  $r$  свідчить про відносно непомітну дію неконтрольованих чинників на процес фіксації властивості за допомогою розробленого пристрою, тобто про його надійність.

На практиці інколи паралельну форму пристрою обстеження використовують із зсувом у часі. При цьому одні і ті ж випробовувані спочатку діагностуються за допомогою пристрою форми  $A$ , а потім за допомогою форми  $A'$ . Показником надійності пристрою обстеження у цьому випадку є коефіцієнт кореляції між даними першого і другого обстежень.

Дещо удосконаленим є метод перевірки пристрою обстеження на надійність, коли залучені респонденти діляться на групи  $a$  і  $a'$ ; при цьому групі  $a$  пропонується форма  $A$ , а групі  $a'$  – форма  $A'$ ; через тиждень групі  $a$  пропонується форма  $A'$ , а групі  $a'$  – форма  $A$ . Показником надійності пристрою обстеження у цьому випадку є коефіцієнт кореляції між результатами першого і другого випробувань.

Слід зазначити, що створюючи паралельні форми пристрою обстеження, конструюють набір запитань і завдань, присвячених фіксації одного і того ж конструкта, і випадково ділять їх на дві групи.

До використання паралельних форм вдаються з метою зменшення спотворення результату, спричиненого фактором вироблення в обстежуваних умінь і навичок розв'язування задач даного типу. Разом з тим, ця схема не позбавлена недоліків, оскільки паралельні форми пристрою мають одночасно фіксувати одні і ті ж характеристики і при цьому бути незалежними одна від одної.

*Метод поділу пристрою на частини.* Недоліки розглянутих вище методів перевірки пристрою обстеження на надійність, пов'язані з ефектами часових змін чи вироблення відповідних умінь, усуваються у випадку поділу пристрою обстеження на частини. Одним із способів такого поділу є утворення груп непарних і парних запитань чи завдань. Пристрій (парні-непарні запитання чи завдання) пропонують  $n$  суб'єктам, вираховують  $r$  для  $a$  (кількість правильних непарних відповідей, отриманих кожним з  $n$  суб'єктів) і  $b$  (кількість правильних парних відповідей, отриманих кожним з  $n$  суб'єктів). Тоді надійність пристрою (за умови  $\sigma_1 = \sigma_2$ ) визначається за допомогою формули Спірмена – Брауна:

$$R = \frac{2r}{1+r}. \quad (10.3)$$

Якщо  $\sigma_1 \neq \sigma_2$ , то надійність пристрою визначається за допомогою співвідношення Фманагана:

$$R = \frac{4\sigma_1\sigma_2r}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_1\sigma_2r}. \quad (10.4)$$

Для обчислення надійності пристрою обстеження у цьому випадку можна скористатися також формулою Рюлона:

$$R = 1 - \frac{\sigma_{\Delta}^2}{\sigma^2}, \quad (10.5)$$

де  $\sigma_{\Delta}^2$  – дисперсія різниць правильних відповідей між двома половинами пристрою для кожного випробовуваного, а  $\sigma^2$  – дисперсія правильних відповідей по всьому засобу.

Якщо результати фіксації для кожної з половин пристрою співпадають, то їх можна розглядати як рівноцінні засоби, додавати одержані дані і в майбутньому користуватися одночасно двома частинами, утворивши єдиний і більш надійний пристрій у порівнянні з кожною із складових.

*Метод внутрішньої повторюваності.* Загалом про надійність пристрою обстеження можна судити на основі того, як добре пункти, що відображають один і той же конструкт, збирають однакові результати. Метод внутрішньої повторюваності має суттєві переваги у порівнянні з попередніми методами оцінки надійності пристрою, що робить його найбільш поширеним. Відомо декілька мір оцінки внутрішньої сумісності.

Середня міжпунктна кореляція. Нехай в пристрої передбачено 6 пунктів на обстеження одного і того ж конструкту. Не важко показати, що залучивши до дослідження  $n$  об'єктів вивчення, можна обчислити, використовуючи одержані ними результати для кожного з пунктів (*правильно – неправильно*), 15 кореляцій. Якщо тепер одержані значення кореляцій додати і поділити на 15, то одержимо середню міжпунктну кореляцію. Звісно, що чим більше середнє значення кореляції між пунктами, тим менше вони залежні від індивідуальних особливостей респондентів.

Середня загально-пунктна кореляція. У цьому підході також використовують міжпунктні кореляції. Але на додаток до них, для кожного респондента обчислюють загальну оцінку (кількість правильних відповідей для усіх пунктів, що спрямовані на фіксацію одного і того ж конструкту).

Якщо використати дані попереднього прикладу, то одержимо для кожного респондента сім значень. Після цього обчислюють усі можливі парні кореляції і знаходять середнє арифметичне від їх значень. Інтерпретують середнє значення розглянутих парних кореляцій у такий же спосіб, як і в попередньому випадку.

Метод поділу пополам. У цьому випадку випадково ділять усі пункти, що претендують на фіксацію одного і того ж конструкту на дві частини. Залученій до дослідження вибірці пропонують увесь пристрій. Мірою надійності пристрою є коефіцієнт кореляції між показниками для двох частин, обчислений з використанням усіх членів вибірки. Зазначений метод перевірки пристрою обстеження на надійність можна удосконалити наступним чином: розглядають усі можливі поділи пристрою пополам, обчислюють для усіх можливих випадків коефіцієнти кореляції і знаходять середнє арифметичне з одержаних значень. Інтерпретація одержаного середнього значення кореляції аналогічна до попередніх випадків.

Слід зазначити, що дослідники перепробували чимало статистичних підходів у пошуку відповіді на запитання, чи буде використовуваний пристрій давати ті ж результати у тих же умовах, але усі вони, як правило, не дуже допомагають. Бо якщо вони і надають хоча б задовільну інформацію стосовно випадкової похибки обстеження, то залишаються при цьому вразливими для систематичних зміщень результатів обстеження. До того ж, більшість статистичних критеріїв надійності стосуються узгодженості пунктів пристрою обстеження.

Попри зазначене, якщо пристрій прийнятної величини, відповідної трудності, позбавлений вербальної двозначності і використовується у відповідних умовах, то дуже ймовірно, що одержані з його допомогою результати будуть надійними.

Якщо завдання пристрою приблизно однакової складності, то для оцінки його надійності  $R$  за результатами випробувань із залученням  $n$  суб'єктів можна використати формулу К'юдер-Річардсон:

$$R = \frac{k}{k-1} \cdot \left(1 - \frac{m(k-m)}{ks^2}\right), \quad (10.6)$$

де  $k$  – кількість тестових завдань;  $m$  – середнє значення тестового показника (кількості правильних відповідей для  $n$  суб'єктів);  $s^2$  – дисперсія тестових показників.

Щоб підвищити надійність засобу обстеження, використовують низку технічних прийомів. Підвищенню його надійності зокрема сприяють логічні міркування на основі життєвого досвіду дослідника, відомостей про об'єкти вивчення. Проілюструємо зазначене прикладом. З'ясовуючи час, який протягом тижня респонденти проводять біля телевізора, дослідники, припускаючись помилки, пропонують вибрати одну з наведених позицій: “не більше 1 год. – 1-2 год. – 3-4 год. – більше 4 год.” Аналіз показує, що такий засіб обстеження не є обґрунтованим, оскільки у різні дні тижня респонденти проводять різну кількість часу біля телевізора, а середніми значеннями вони не мислять. Тому зазначене обстеження краще провести у два прийоми: спочатку дізнатися скільки буденних днів вони дивляться телевізор, і чи проводять вони біля телевізора вихідні, а потім з'ясувати скільки часу у зазначені категорії днів вони дивляться телевізор. Після цього досліднику легко обчислити середній тижневий час, проведений респондентом біля телевізора.

**Коректність пристроїв фіксації.** Засіб обстеження може бути валідним і надійним і разом з тим некоректним, постійно завищуючи або занижуючи значення якісної протяжності досліджуваної властивості. Слід зазначити, що усунути такі систематичні зміщення у показах засобів обстеження дуже складно тоді, коли не можна встановити істинні значення фіксованих властивостей об'єктів вивчення. У таких випадках можна лише, зіставляючи різні способи фіксування даної властивості, добиватися усунення помічених систематичних зміщень.

Однією з можливих причин зазначених систематичних зміщень є той факт, що деякі пункти шкали не працюють, тобто не реагують на певний стан досліджуваної властивості. Наприклад, при опитуванні усі відповіді концентруються в позитивному чи тільки в негативному полюсі шкали. Звичайно, це може бути і результатом однотайності оцінок, проте це може бути і результатом того, що сама шкала невдала, наприклад, містить пункт сформульований з сильним нормативним тиском на опитуваних. Припустимо, що опитуваним потрібно відповісти на запитання про вживання ними алкоголю. Один з варіантів відповіді констатує: *Я п'ю систематично і переважно до втрати відчуття*. Сумнівно, щоб навіть затятий алкоголік відмітив цей пункт як показник його ставлення до спиртного. Швидше за все він вибере відповідь: *Я вживаю доволі часто*.

Іншою причиною некоректності пристрою обстеження може бути погана роздільна здатність сусідніх пунктів шкали. Нехай перед опитуваним стоїть завдання розмістити власне ставлення до 24 видів діяльності у вільний час. Психологічно це не можливо, опитуваний правильно назвелюбимий і нелюбимий види діяльності, водночас серединна частина шкали буде сумнівною, а вся шкала некоректною. Систематичне зміщення швидше за все проявиться у тому, що соціально престижні види діяльності виставлятимуться ним як пріоритетні у порівнянні з соціально непрестижними.

**Метрологічна характеристика інструментів ідентифікації.** Метрологічною характеристикою інструментів ідентифікації є їх об'єктивність. Оцінити об'єктивність інструменту ідентифікації можна різними способами. Якщо у процесі дослідження декілька дослідників ділять об'єкти на групи, то можна обчислити відсоток співпадання такого поділу різними оцінювачами. Нехай, наприклад, оцінювачі ідентифікували 100 об'єктів за трьома ознаками. Якщо 86 об'єктів вони віднесли до тієї ж групи, то можна стверджувати про 86% співпадання. Це груба оцінка, проте вона дає уявлення про співпадання і працює незалежно від того, скільки категорій і скільки



дослідників використовується при поділі об'єктів на групи. Звісно, що чим більший показник співпадання, тим доцільнішим є використання саме цього інструменту (внаслідок його об'єктивності) до класифікації об'єктів. У випадку групування об'єктів двома дослідниками обчислюють коефіцієнт кореляції між приписаними їм ознаками, який слугує мірою об'єктивності інструменту ідентифікації.

### **Запитання**

- \* *Чому у фіксації властивостей актуальною є вимога валідності використовуваного пристрою?*
- \* *Що таке валідність пристрою?*
- \* *Як оцінюють надійність пристрою?*
- \* *Як інтерпретувати граничні значення коефіцієнта кореляції як критерію надійності пристрою?*
- \* *В чому відмінність між надійністю і точністю засобу обстеження?*
- \* *Які фактори позначаються на точності вимірювального приладу?*
- \* *Як співвідносяться точність вимірювального приладу і точність відліку на його шкалі?*
- \* *Що таке чутливість вимірювального приладу?*
- \* *Що таке повірка приладів вимірювання?*

### **Завдання**

- \* *Покажіть відмінність між засобом обстеження та інструментарієм.*
- \* *Покажіть відмінність між нормально і критеріально орієнтованими пристроями.*
- \* *Охарактеризуйте валідність пристрою у термінах відповідності, значущості, однозначності.*
- \* *Проілюструйте конструктивний критерій оцінки валідності пристрою.*
- \* *Розкрийте суть надійності пристрою.*
- \* *Розкрийте суть до-після методу оцінки надійності пристрою.*

- \* *Розкрийте суть методу еквівалентних форм оцінки надійності пристрою.*
- \* *Розкрийте суть методу внутрішньої повторюваності оцінки надійності пристрою.*
- \* *Проілюструйте технічні прийоми підвищення надійності засобів обстеження.*
- \* *Проілюструйте технічні прийоми підвищення валідності засобів обстеження.*
- \* *Проілюструйте зв'язок між точністю і чутливістю вимірального приладу.*

## **§ 11. Обстежувальні шкали**

**Загальна характеристика шкал.** Усі вимірвальні прилади, пристрої фіксації та інструменти ідентифікації неодмінно містять шкалу відліку, за допомогою якої об'єктам вивчення приписують зареєстровані значення величин, властивостей та ознак. Без використання шкали відліку не можливо виміряти масу тіла. Шкалу відліку використовують тоді, коли фіксують рівень інтелектуального розвитку індивіда і, навіть, тоді, коли індивідів ідентифікують за національністю. У наукових дослідженнях використовується значна кількість засобів обстеження. Чисельною є і кількість використовуваних шкал відліку. Аналіз відомих шкал відліку свідчить про певну їх ідентичність та наявність між ними деяких відмінностей, що робить можливим їх групування. Слід зазначити, що використовують різні підходи у класифікації шкал відліку. В одному з підходів реалізується форма реєстрації кількісних значень величин, якісних протяжностей властивостей та умовних позначень ідентифікованих ознак. Реєструвати міру притаманності об'єкту вивчення перелічених характеристик можна у словесній, графічній чи числовій формі. Відповідно використовувані шкали відліку ділять на графічні, вербальні і числові.

Числові шкали відліку найбільш поширені. Їх використовують у вимірювальних приладах, пристроях фіксації та інструментах ідентифікації. У вимірювальних приладах за допомогою числової шкали відліку реєструють кількісні значення досліджуваних величин. У випадку використання числової шкали відліку в пристроях фіксації за її допомогою реєструють значення якісної протяжності досліджуваної властивості в об'єктах вивчення за допомогою пунктів числового ряду, наприклад *1 2 3 4 5 6 7... .* У випадку використання числової шкали відліку в інструментах ідентифікації ідентифікованим ознакам умовно приписуються певні числові позначення. Наприклад, числовою шкалою відліку з двох пунктів (*0; 1*) можна скористатись, ідентифікуючи українців (*1*) та представників інших національностей (*0*) у студентській групі.

Шкали відліку вимірювальних приладів можна поділити на лінійні і нелінійні. Якщо шкала відліку лінійна, то у будь-якому її місці однакові геометричні відстані відображають однакові різниці обстежуваної характеристики. У випадку нелінійної шкали така відповідність не спостерігається.

Вербальні шкали відліку використовують у пристроях фіксації та інструментах ідентифікації.

З одного боку, вербальна шкала відліку – це набір суджень про притаманність об'єктам вивчення певних ідентифікаційних ознак. Наприклад, учнів класу можна ідентифікувати за місяцем народження; в такому випадку пунктами шкали ідентифікації будуть: *січень – лютий – березень – квітень – травень – червень – липень – серпень – вересень – жовтень – листопад – грудень.*

З іншого боку, вербальна шкала відліку – це набір суджень про міру вираження (якісну протяжність) досліджуваної властивості. Такі судження можуть бути полярними: *активний – пасивний, комунікабельний – замкнений* (згорнута шкала відліку). У випадку розгорнутої шкали відліку використовуються пункти: *хороший – задовільний – незадовільний; відмінний – хороший – задовільний – незадовільний – надто поганий* тощо.

Графічні шали відліку використовуються виключно в інструментах ідентифікації. Наприклад, відмінників навчання можна позначити символом ( $\uparrow$ ), а невстигаючих – символом ( $\downarrow$ ).

Крім наведеної вище класифікації шкал відліку існують й інші підходи до їх групування. Найбільш поширеною є континуальна класифікація, в якій шкали відліку класифікуються на основі їх здатності задовольняти вимоги різноманітних операцій з числовими значеннями результатів обстеження. Згідно з зазначеною класифікацією шкали відліку поділяють на номінальні та метричні. Група номінальних шкал відліку охоплює шкалу найменувань, частково упорядковану, упорядковану та порядкову шкали. До метричних шкал відліку відносять інтервальну та шкалу пропорційних оцінок (див. табл. 11.1).

Таблиця 11.1. Континуальна класифікація шкал відліку

Номінальні шкали	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шкала найменувань</li> <li>2. Частково упорядкована шкала</li> <li>3. Упорядкована шкала</li> <li>4. Порядкова шкала</li> </ol>
Метричні шкали	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Інтервальна шкала</li> <li>2. Шкала пропорційних оцінок</li> </ol>

У дослідженнях, виконаних з використанням засобу обстеження, укомплектованого шкалою найменувань, дається відповідь на запитання щодо наявності досліджуваної ознаки в об'єкта вивчення. У дослідженнях, виконаних з використанням засобу обстеження, укомплектованого частково упорядкованою, упорядкованою чи порядковою шкалою відліку, реєструється якісна протяжність досліджуваної властивості в об'єкта вивчення. Застосування частково упорядкованої, упорядкованої та порядкової шкал відліку дозволяє впорядкувати об'єкти вивчення на основі притаманної їм якісної протяжності досліджуваної властивості. Упорядкування – це перетворення якісних значень досліджуваної властивості у кількісний ряд. Воно може здійснюватися як шляхом об'єктивної оцінки вибраного індиканта досліджуваної властивості, так і шляхом суб'єктивної оцінки дослідником чи експериментованим (або їх групою) її

значення. Перетворення якісної протяжності досліджуваної властивості у кількісний ряд її значень носить назву шкалювання. В дослідженнях, виконаних з використанням засобу обстеження, укомплектованого інтервальною шкалою відліку, вказується на міру досліджуваної величини стосовно одиниці вимірювання. При цьому нуль на такій шкалі відліку не означає відсутність досліджуваної величини в об'єкта вивчення, а лише приписування певній її кількості нульового значення. У дослідженні з використанням засобу обстеження, укомплектованого шкалою пропорційних оцінок, кількість величини, притаманна об'єкту вивчення, теж порівнюється з кількістю, вміщеній в одиниці вимірювання. Водночас нульове значення величини приписується стану її відсутності в обстежуваного об'єкта. Як наслідок, інтервальна шкала відліку є відносною, а шкала відношень – абсолютною. За результатами вимірювань з використанням інтервальної шкали відліку можна констатувати, на скільки більше даної величини в одного об'єкта у порівнянні з іншим, у вимірюваннях з використанням шкали відношень можна констатувати у скільки разів досліджуваної величини в одного об'єкта більше у порівнянні з іншим.

За результатами використання засобів обстеження, укомплектованих різними типами шкал відліку, одержують різного типу дані. У результаті використання засобу обстеження, укомплектованого шкалою найменувань, одержують категоріальні дані. Результатом використання засобу обстеження, укомплектованого частково упорядкованою, упорядкованою і порядковою шкалами відліку, є якісні дані. У результаті використання засобу обстеження, укомплектованого інтервальною чи шкалою пропорційних оцінок, одержують кількісні дані. Дані, які одержують у результаті застосування засобу обстеження з метричною шкалою відліку, є неперервними. Дані, які одержують у результаті застосування засобу обстеження з номінальною шкалою відліку, є дискретними. Для дискретних даних можна підрахувати частоту появи певного значення обстежуваної характеристики у межах зібраного масиву. Неперервні дані, строго кажучи, ніколи не повторюються. Тому неперервний

ряд значень обстежуваної характеристики умовно розбивають на декілька інтервалів і підраховують кількість об'єктів, що за величиною вимірюваної величини попадають у виокремлений інтервал. Категоріальні, якісні та кількісні дані суттєво відрізняються за інформативністю, яку вони несуть, а також за можливості їх подальшого математичного опрацювання. Як наслідок, одержавши набір значень досліджуваної характеристики, важливо однозначно встановити їх тип, що не завжди легко.

Встановити тип категоріальних даних практично не важко. Не важко встановити тип даних, одержаних за допомогою використання засобу обстеження зі шкалою відношень. До того ж, дослідження з використанням засобів обстеження зі шкалою відношень у розв'язанні освітніх проблем зустрічаються дуже рідко. Важче, але практично можливо встановити тип даних, одержаних за допомогою використання засобів обстеження з частково упорядкованою і упорядкованою шкалами відліку, оскільки вони більше тяжіють до категоріальних, ніж до кількісних даних. З найбільшими труднощами, пов'язаними з визначенням типу даних, дослідники зустрічаються у випадку використання засобів обстеження, укомплектованих порядковою чи інтервальною шкалами відліку. До того ж, дослідження освітніх проблем з використанням засобів обстеження із зазначеними шкалами відліку є найбільш типовими. Проблема пов'язана з тим, що у педагогіці, як правило, використовуються непрямі обстеження. Безпосередньо ми фіксуємо деякі спостережувані дії (кількість відповідей на запитання тощо) і на їх основі судимо про деякі латентні властивості (комунікабельність тощо). Кількість розв'язаних задач, звичайно, фіксується з використанням інтервальної шкали, але чи будуть однакові різниці у кількості розв'язаних задач відповідати однаковій різниці досліджуваної скритої властивості. Якщо так, то маємо справу з інтервальною шкалою, якщо ні, то – з порядковою.

Дати відповідь на поставлене запитання теоретично у переважній більшості випадків не можливо, тому за таких обставин для визначення типу

даних (а разом і шкали відліку) використовують статистичні методи. Зокрема, якщо відхилення емпіричного розподілу частоти значень досліджуваної характеристики від нормального суттєві, то констатують факт обстеження за допомогою засобу обстеження з не метричною шкалою відліку. Доречно зазначити, що у порівнянні розподілу частоти значень досліджуваної характеристики з нормальним важливо встановити не тільки факт відповідності, а величину відхилення. Останнє зумовлене тим, що різні методи аналізу не нормально розподілених даних по-різному чутливі до величини зазначеного відхилення.

Оскільки опрацьовувати інформацію, одержану в процесі обстеження об'єктів вивчення, найбільш зручно, якщо вона представлена у числовій формі, то дані, одержані у результаті використання засобів обстеження з вербальною і графічною шкалами відліку, дуже часто трансформують у числові. Інколи для зручності у процесі ідентифікації ознак об'єктів вивчення вербальні дані трансформують у графічні.

Слід зазначити, що кількісні дані інколи перетворюють у якісні. Для цього одержані значення досліджуваної характеристики (об'єкти вивчення) розташовують у порядку від найбільшого значення вимірної величини до найменшого і кожному з них приписують ранг від найменшого до найбільшого. Можливий також інший спосіб перетворення кількісних даних у якісні, коли більшому значенню вимірної величини відповідає більший ранг. Двом або більшій кількості об'єктів вивчення з однаковими значеннями вимірної величини приписують однакові ранги. Такі ранги називають зв'язаними.

Якщо на метричній шкалі відліку вибрати декілька критичних значень, то від кількісних даних легко можна перейти до категоріальних. Аналогічно можна здійснити перехід від якісних даних до категоріальних. Наприклад, якщо охоплені дослідженням об'єкти вивчення володіють виокремленою величиною чи властивістю, то щоб їх поділити на дві групи, дослідник вибирає порогове значення цієї величини чи властивості і тим об'єктам, що не досягають порогового значення, приписує  $0$ , а тим, що сягають чи перевищують його,  $1$ .

Аналогічно дослідник може вибрати декілька порогових значень і поділити об'єкти вивчення на три, чотири і т.д. групи.

На основі зазначеного вище можна дійти хибного висновку, ніби тип даних визначається типом використаної шкали відліку. Насправді тип даних визначається внутрішньою сутністю обстежуваної характеристики, конструктивними особливостями засобу обстеження та типом шкали відліку, яка в ідеалі відповідає першим двом параметрам; за умови невідповідності вона може понизити (але не підвищити) метрологічний статус засобу обстеження.

Доречно зазначити, що інколи термін “шкала” використовується стосовно засобу обстеження в цілому, а не стосовно його відлікової частини. Зазначене в першу чергу стосується пристроїв фіксації та інструментів ідентифікації. Наприклад, ведуть мову про шкалу інтелекту Д. Векслера, маючи на увазі тест (сукупність завдань) і відлікову частину (сукупність пунктів у вигляді числового ряду натуральних чисел для позначення кількості правильно розв'язаних завдань).

**Шкала найменувань.** У найпростішому випадку обстеження об'єктів вивчення в шкалі найменувань – це приписування їм певного умовного (найчастіше числового) значення на основі наявності (чи відсутності) у них виділеної для дослідження ознаки. Скажімо, дослідник може навчальний заклад, повністю укомплектований педагогічними кадрами, умовно позначити будь-якою літерою, графічним символом чи числом. Навчальний заклад, не повністю укомплектований педагогічними кадрами, він може позначити іншою літерою, графічним символом чи числом. Тоді процес обстеження передбачатиме приписування виокремленим для дослідження навчальним закладам, наприклад, чисел  $1$  (укомплектований навчальний заклад) та  $0$  (неукомплектований навчальний заклад) на основі використання розробленого перед цим інструменту ідентифікації.

Результатом такого обстеження об'єктів вивчення є їх поділ на дві групи. У випадку використання шкали найменувань дослідник, наприклад, усі



виокремлені для аналізу навчальні заклади ділить щонайменше на дві групи: до першої він відносить ті навчальні заклади, в яких функціонують групи продовженого дня; до другої – ті, в яких таких груп немає. Усім навчальним закладам першої групи він приписує (з міркувань зручності подальшого оперування отриманими даними) будь-яке числове значення, найчастіше *1*; навчальним закладам другої групи він, швидше за все, припише *0*. Значення “*0*”, як правило, отримують ті об’єкти, які не володіють виокремленою дослідником ознакою; значення “*1*” – ті, яким ця ознака притаманна.

Шкала, яка складається з двох пунктів (у розглянутому випадку це *1* та *0*), називається дихотомічною.

Шкалу найменувань можна побудувати не тільки на основі критерію „притаманність – відсутність” виокремленої ознаки. За основу в конструюванні такої шкали можна взяти різні якісні ознаки, наприклад, національну приналежність об’єктів вивчення. Обстеження за допомогою такої шкали полягає у приписуванні об’єктам вивчення притаманної їм ознаки, що автоматично означає відсутність у них усіх інших ознак, що розглядаються у даному дослідженні. Утворена у такий спосіб шкала може містити два або більше пункти. Прикладом такої шкали є шкала мотиву звільнення з роботи: не влаштовує заробіток (*1*); незручна змінність (*2*); погані гігієнічні умови праці (*3*). У дужках вказуються позначення пунктів такої шкали.

Наведені вище шкали найменувань є прикладом простої шкали, оскільки їх пункти знаходяться в одномірному континуумі. Проте цілком можливо утворити шкалу найменувань, що охоплює два або більше континууми. У найпростішому випадку така шкала містить два континууми по два пункти в кожному, тобто чотири пункти. Прикладом такої шкали є: *хлопчик, що виховується у повній сім’ї – дівчинка, що виховується у повній сім’ї – хлопчик, що виховується у неповній сім’ї – дівчинка, що виховується у неповній сім’ї*.

Обстеження об’єктів вивчення в шкалі найменувань здійснюється з метою їх поділу на групи. Вибір критеріїв поділу (пунктів шкали) –

найскладніша процедура при обстеженні в шкалі найменувань, оскільки в критеріях відображається інтуїтивна догадка дослідника стосовно того, які з ознак об'єктів вивчення суттєво, а які несуттєво позначаються на значеннях залежної змінної. Аналіз свідчить, що об'єкти, віднесені до однієї групи, є ідентичними стосовно критерію поділу, водночас вони можуть бути ідентичними чи не ідентичними за іншими ознаками, їм притаманними. Об'єкти, що належать до різних груп, не є ідентичними стосовно критерію поділу, водночас вони можуть бути тотожними чи не тотожними за іншими ознаками.

Щоб виконати обстеження у шкалі найменувань (тобто групування об'єктів на основі певного критерію):

- вибирають досліджувані ознаки;
- аналізують, які значення може приймати кожна ознака;
- умовно позначають значення ознак (найчастіше числами);
- формують пункти шкали як комбінацію значень ознак;
- аналізують, яким пунктам шкали відповідає кожний з об'єктів вивчення;
- приписують об'єктам вивчення певні значення відповідно до пунктів шкали.

Приписавши об'єктам вивчення певні значення, дослідник утворює з об'єктів з однаковими значеннями групи і підраховує кількість об'єктів у кожній групі. Кількість об'єктів вивчення у кожній групі дослідник виражає в абсолютному або відносному вимірі.

Загалом у класичному розумінні шкала найменувань – набір категоріальних атрибутів. І немає ніяких механізмів для того, щоб впорядкувати пункти такої шкали, оскільки вони не поміщаються в один континуум (за винятком випадку наявності – відсутності певної ознаки чи притаманності об'єктам вивчення різних порогових значень досліджуваної характеристики).

**Рангова шкала.** Інколи мають місце випадки, коли в залучених до дослідження об'єктів вивчення можна було б зафіксувати значення якісної протяжності досліджуваної властивості, проте з певних причин дослідник цього не робить, а приписує значення притаманної їм властивості на основі інтуїтивних міркувань. Цілком закономірно, що дослідник не сумнівається у тому, що серед педагогічного персоналу навчального закладу учителі інформатики володіють мультимедійними засобами навчання найкраще. За ними йде обслуговуючий персонал комп'ютерної техніки. Дослідник переконаний також, що адміністративний персонал і вчителі-предметники поступаються за рівнем володіння мультимедійними засобами названим вище двом категоріям працівників, але він не може їх порівняти між собою на основі досліджуваної властивості. Якщо учителів-предметників дослідник позначив літерою ( $A$ ), адміністративний персонал – ( $\hat{A}$ ), технічний персонал – ( $B$ ), учителів інформатики ( $C$ ), то наведені вище міркування дозволяють записати  $A < B < C$  і  $\hat{A} < B < C$ . Та обставина, що дослідник не може зіставити пункти  $A$  і  $\hat{A}$  застосованої ним шкали, не дозволяє йому впорядкувати усі її чотири пункти. Водночас окремі точки такої шкали впорядковані, що дає підставу загалом назвати її частково упорядкованою. Як бачимо, частково упорядкована шкала використовується, коли впорядкувати залучені до дослідження об'єкти вивчення на основі притаманності їм певної властивості неможливо, а отже, потрібно встановити відношення рівності між об'єктами у кожній групі і відношення послідовності у термінах “більше” чи “менше” між декількома, але не всіма групами. Провали у частково упорядкованій шкалі пояснюються тим, що критерій упорядкування не витриманий повністю чи використано два континууми, відношення між якими погано вивчено.

Нехай дослідник знову ставить перед собою завдання обстежити педагогічний колектив навчального закладу на предмет володіння педагогами мультимедійними засобами навчання. Він міг би зафіксувати якісні протяжності досліджуваної властивості, але він цього не робить і покладається

на власну інтуїцію, яка підказує йому, що найкраще володіють мультимедійними засобами навчання учителі інформатики. Дещо поступається за рівнем володіння зазначеними засобами технічний персонал навчального закладу. Керуючись знову-таки інтуїтивними міркуваннями, дослідник на третє місце за рівнем володіння мультимедійними засобами навчання поміщає адміністративний персонал навчального закладу. Замикають утворений ряд учителі-предметники. Позначивши виокремлені чотири рівні володіння мультимедійними засобами навчання числами 1, 2, 3, 4, дослідник кожному члену педагогічного колективу приписує певний ранг, що в кінцевому результаті дозволяє поділити його на чотири групи на основі упорядкованої шкали. Завдяки використанню упорядкованої шкали встановлюється відношення рівності між об'єктами вивчення у кожній групі і відношення послідовності у поняттях “більше” і “менше” між усіма без винятку групами.

Різновидом рангового упорядкування об'єктів вивчення є їх парне порівняння на основі якісної оцінки виділеної у дослідженні властивості. При такому упорядкуванні кожний об'єкт порівнюється за досліджуваною властивістю з усіма іншими. Якщо у результаті порівняння виявиться, що двом об'єктам притаманна однакова кількість даної властивості, то вони отримують по 1; якщо рівність відсутня, то об'єкт з більшою кількістю досліджуваної властивості отримує 2, а з меншою – 0. Результати порівняння заносять у таблицю (див. табл. 11.2).

Таблиця 11.2. Результати парного порівняння об'єктів стосовно досліджуваної властивості

Опитувані	Петренко	Іваненко	Василенко	Павленко	Загальна кількість балів
Петренко	X	1	2	2	5
Іваненко	1	X	2	0	3
Василенко	0	0	X	0	0
Павленко	0	2	2	X	4

На основі сумарної кількості набраних балів за результатами парного порівняння якісних оцінок досліджуваної властивості об'єкти вивчення упорядковуються наступним чином: Петренко (1), Павленко (2), Іваненко (3), Василенко (4). У дужках вказуються ранги об'єктів вивчення.

Строго кажучи, рангової шкали, як такої, що заздалегідь підготовлена з метою приписування об'єктам вивчення певних значень (рангів) на основі зіставлення якісної протяжності досліджуваної властивості об'єкта вивчення з певним пунктом шкали, не існує. Приписування рангів здійснюється не шляхом зіставлення з пунктами шкали, а завдяки суб'єктивному порівнянню об'єктів вивчення на основі досліджуваної властивості між собою.

**Рейтингова шкала.** Упорядкування об'єктів вивчення, при якому значення якісної протяжності досліджуваної властивості суб'єктивно оцінюються компетентним фахівцем на основі певних об'єктивних відомостей шляхом використання відповідних критеріїв і показників, називається присвоєнням їм рейтингів. Частковим випадком присвоєння рейтингу є метод самооцінки.

Присвоєння рейтингів здійснюється на основі використання рейтингової шкали. Нехай досліджуваною властивістю є почуття патріотизму. Критеріями, за якими можна оцінити це почуття, можуть слугувати: самовіддана праця на благо Вітчизни; відсутність надмірного захоплення чужим; готовність до захисту Вітчизни. Кожний з перелічених критеріїв репрезентується низкою показників. Зокрема показниками самовідданої праці на благо Вітчизни є: висока якість продукції; робота у понад нормований час; нейтральне ставлення до оплати праці; байдуже ставлення до умов праці. Показниками відсутності надмірного захоплення чужим є: об'єктивна оцінка вітчизняного і зарубіжного; надання переваги вітчизняному, яке перебуває на однаковому рівні із зарубіжним. Показниками готовності до захисту Вітчизни можуть слугувати: переконання у тому, що кожний громадянин є солдатом своєї Вітчизни; наявність необхідного для захисту Вітчизни інтелектуального потенціалу; наявність необхідного для захисту Вітчизни фізичного потенціалу.

Постулюючи, що усі перелічені критерії і показники однаково важливі для почуття патріотизму, можна побудувати рейтингову шкалу з 10 пунктів (0 – 9), приписуючи кожному з пунктів відповідний бал (кількість притаманних показників). Часто пунктам рейтингової шкали намагаються дати якісну інтерпретацію. У нашому випадку можна вибрати, наприклад, п'ять якісних градацій притаманності індивіду почуття патріотизму (*низький – нижче середнього – середній – вище середнього – високий*), приписуючи їм 0 – 1, 2 – 3, 4 – 5, 6 – 7, 8 – 9 з перелічених вище показників. Доречно зазначити, що така інтерпретація якісної протяжності досліджуваної властивості є насамперед умовною, часто належним чином не обґрунтованою і, навіть, недоречною. Рівнева диференціація якісної протяжності властивості є коректною, якщо є емпіричні докази якісних стрибків у значеннях досліджуваної властивості. Якщо таких доказів немає, то рейтингове значення досліджуваної величини є більш інформативним у порівнянні з його рівневою трансформацією.

Слід зазначити, що побудована у такий спосіб рейтингова шкала є упорядкованою. Чого не можна однозначно стверджувати у тому випадку, коли у визначенні пунктів шкали дослідник виписує критерії, для кожного критерію виписує показники, упорядковує їх від найпростішого до найскладнішого і самостійно фіксує їх для кожного пункту.

Із зазначеного вище зрозуміло, що достовірність приписаних рангів та рейтингів об'єктам вивчення зростає із залученням до оцінювання більшої кількості компетентних фахівців. Правда, при цьому постає запитання: у який спосіб враховувати оцінку кожного фахівця при визначенні рангу чи рейтингу залученого до дослідження об'єкта вивчення.

**Порядкова шкала.** Порядкова шкала дозволяє розташувати об'єкти вивчення на основі критерію *більше, менше, стільки ж* якісної протяжності досліджуваної властивості. Для порядкової шкали характерна природна послідовність її пунктів, які утворюють ряд від найменшого до найбільшого значень, але відстані між двома точками шкали на різних її ділянках не порівнювані.

Загалом пункти порядкової шкали відображають кількість правильних розв'язків, кількість співпадаючих відповідей, кількісне представлення якісного ставлення до тверджень.

Мабуть, найбільш поширеною порядковою шкалою є шкала, пункти якої відображають кількість правильно розв'язаних завдань. Пункти порядкової шкали можуть також передавати результат співпадання відповідей на запитання з відповідями на ці ж запитання, дані типовими представниками певної групи індивідів. Іншим прикладом порядкової шкали є шкала, пунктами якої є бали, набрані за результатами оцінювання ставлень до певних тверджень. Як правило, у такому випадку пристрій містить декілька тверджень (пов'язаних з досліджуваною властивістю) і набір можливих ставлень до них. Кожному ставленню приписується певне число. Пункти шкали відповідають усім можливим варіантам набраних балів. Наприклад, якщо пристрій містить чотири твердження, ставлення до яких відображає якісну протяжність певної властивості, і передбачає використання набору п'яти можливих ставлень до кожного твердження, пронумерованих від 5 до 1, то порядкова шкала міститиме пункти від 4 до 20. До тверджень і ставлень при цьому висувається вимога їх узгодження: ставлення з більшим номером до кожного з тверджень має вказувати на більше значення якісної протяжності досліджуваної властивості.

Прикладами можливих ставлень є: *згодний (3) – важко сказати (2) – не згодний (1); цілком згодний (5) – швидше за все згодний (4) – важко сказати (3) – швидше за все не згодний (2) – зовсім не згодний (1); цілком згодний (7) – згодний (6) – швидше згодний, ніж не згодний (5) – важко сказати (4) – швидше не згодний, ніж згодний (3) – не згодний (2) – зовсім не згодний (1)*. Як видно з наведених прикладів, таких оцінок пропонується 3 – 7.

У пристроях, що фіксують якісну протяжність властивостей об'єктів вивчення за допомогою порядкових шкал, переважно використовують однополярні твердження (або з позитивним, або з негативним відтінком). Проте

більш досконалим є використання біполярних тверджень. Нехай, наприклад, дослідник хоче виявити ставлення жінок до дітей. З цією метою він міг би сформулювати ряд тверджень (що передають позитивне ставлення жінок до дітей) і попросити респондентів позначити свою згоду з ними за допомогою реплік: *цілком згодна – згодна – важко сказати – не згодна – зовсім не згодна*, приписавши їм відповідно бали від 5 до 1. Але дослідник вирішує ввести, крім позитивних, твердження, які передають негативне ставлення жінок до дітей, і просить виразити ставлення респондентів до такого роду тверджень таким же чином: *цілком згодна – згодна – важко сказати – не згодна – зовсім не згодна*. Проте в цьому випадку оцінкам приписуються бали від 1 до 5. Після проведення опитування дослідник для одержання сумарної оцінки респондентом додає набрані ним бали за позитивною і за негативною частинами шкали. Такий підхід раціональніший, бо відображає міру як позитивного, так і негативного ставлення.

Аналіз показує, що найпростіше зафіксувати якісну протяжність “неподільної” властивості, бо найбільша складність при обстеженні у порядковій шкалі підстерігає дослідника при виявленні структури досліджуваної властивості і визначенні питомої ваги кожного компонента досліджуваної властивості.

Впадає у вічі той факт, що упорядкування об’єктів вивчення та їх групування інколи суттєво межують, якщо послуговуватись пристроєм з набором тверджень. За результатами застосування набору ставлень у з’ясуванні одного аспекту досліджуваної властивості об’єкти вивчення групують. Якщо набір ставлень застосовують кілька разів (у з’ясуванні різних аспектів однієї і тієї ж властивості), то за одержаними результатами об’єкти вивчення впорядковують.

Користуючись порядковою шкалою, дослідники часто, як і в попередньому випадку, грішать, трансформуючи порядкові дані в рівні, не володіючи при цьому об’єктивними підставами і логічно аргументованими мотивами.



**Шкала рівних інтервалів.** Шкала рівних інтервалів характеризується визначеністю відстаней між пунктами і довільністю нульової точки. Така шкала являє собою повністю впорядкований ряд пунктів з довільною нульовою точкою, розташованих на строго визначених відстанях. Прикладом шкали рівних інтервалів є шкала вимірювання температури.

Шкалою рівних інтервалів користуються тоді, коли дослідник може зареєструвати рівні відмінності притаманності досліджуваної величини різним об'єктам вивчення. Характерною особливістю цієї шкали є наявність одиниці вимірювання. Зокрема в інтервальних вимірюваннях об'єкту вивчення приписується число, що дорівнює кількості одиниць вимірювання, яка еквівалентна кількості наявної величини.

Інтервальні шкали, як уже зазначалося, діляться на рівномірні і нерівномірні. У рівномірної інтервальної шкали відстані між будь-якими сусідніми точками однакові. Для нерівномірної інтервальної шкали відстані між довільними сусідніми точками не однакові, проте відоме правило, за яким їх можна встановити.

Якщо відомий характер функціональної відповідності точок шкали і кількості вимірюваної величини, то такою шкалою можна користуватися як інтервальною, якщо характер зазначеної відповідності невідомий, то шкала приймається за порядкову.

**Шкала пропорційних оцінок.** Шкала пропорційних оцінок – це інтервальна шкала з фіксованою нульовою точкою.

Якщо нульова точка інтервальної шкали відображає стан відсутності в об'єкта вивчення вимірюваної величини, то така шкала перетворюється у шкалу пропорційний оцінок. Прикладом такої шкали є шкала вимірювання маси.

Це абсолютна метрична шкала, яка нагадує шкалу рівних інтервалів, маючи при цьому одну перевагу: відлік за цією шкалою починається не з довільної точки, а з експериментально встановленого нульового пункту. Цією шка-

лою користуються тоді, коли дослідник може зафіксувати повну відсутність досліджуваної величини в об'єкті вивчення.

**Конструювання обстежувальних шкал.** Коли ведуть мову про конструювання обстежувальної шкали, то, безперечно, мають на увазі конструювання засобу обстеження, укомплектованого відповідною шкалою відліку. У процесі емпіричних досліджень намагаються використовувати наявні засоби обстеження. Якщо з'ясовується, що для обстеження об'єкта вивчення необхідного засобу немає, то постає проблема його конструювання. Нині практично не зустрічаються досі не відомі величини, які можна виміряти у метричній шкалі. Хоча з часом наявні вимірювальні засоби зазнають вдосконалення, а відповідні їм шкали відліку – уточнення. Головна трудність у побудові таких шкал – обґрунтування величини інтервалу між сусідніми пунктами шкали, тобто одиниці вимірювання досліджуваної величини.

Зазначене вище не стосується ознак і властивостей, які не піддаються вимірюванню у метричній шкалі. Насамперед для багатьох з них відсутні відповідні інструментарії. Наявні інструментарії з часом потребують уточнення, удосконалення. Як наслідок, у процесі педагогічного дослідження часто доводиться конструювати засоби обстеження, укомплектовані номінальною шкалою, модернізувати існуючі.

Загалом обстежувальні шкали будуються відповідно до усталеної технології. Проте специфіка досліджуваних властивостей та ознак завжди накладає певний відбиток як на структуру шкали, так і на процес її побудови.

Аналіз свідчить, що номінальним шкалам притаманні певні недоліки: оцінки у таких шкалах неоднозначно інтерпретуються, результати використання шкал нестійкі у часі. Проте зазначені недоліки можна дещо нівелювати.

1. Насамперед необхідно узгоджувати оцінки з особливостями об'єкта обстеження: наприклад, щодо пам'яті краще використовувати оцінки *хороша – погана*, ніж *сильна – слабка*.

2. Потрібно прагнути уникати неточностей: краще використовувати оцінки *сильний – слабкий*, ніж *дуже сильний – дуже слабкий*.

3. Оцінки не повинні перетинатися.

4. Оцінки не повинні містити суб'єктивних домішок: *дуже відомий – мало відомий*.

5. Складу властивість бажано розкласти на низку елементарних: *бажання вчитися краще розбити на інтерес до навчання, працелюбство,...*

6. В оцінці бажано використовувати не більше 9 градацій.

Зазначені оціночні судження у випадку обстеження елементарної властивості об'єкта вивчення слугують одночасно пунктами шкали найменувань. Якщо властивість складається з декількох елементарних, то оціночні судження слугують конструктивним матеріалом побудови пунктів порядкової шкали.

Наведене вище стосується використання оцінок до запропонованих суджень. У випадку використання відповідей типових респондентів на поставлені запитання в якості ключів правильних відповідей акценти зміщуються у бік формулювання тих запитань, відповіді на які репрезентують досліджувану властивість у типових представників. Відповіді типових респондентів и цьому приймаються за еталон.

У випадку використання завдань у пристрої обстеження дослідник стикається за умови фіксації елементарної властивості з проблемою однорідної складності завдань, врахування неповного розв'язку і помилок у розв'язку.

**Побудова номінальних шкал.** У випадку побудови шкали найменувань вибирають досліджувану ознаку; аналізують, які категоріальні значення може приймати дана ознака; умовно позначають категоріальні значення ознаки (найчастіше числами). Проілюструємо сказане прикладами.

Нехай потрібно визначити ставлення студентів до куріння. У такому випадку ставлення до куріння слугує досліджуваною ознакою. Вибравши

досліджувану ознаку, аналізують категоріальні значення, яких може набувати досліджувана ознака. У нашому випадку ставлення до куріння може бути негативним (студент не курить) і позитивним (студент курить). Визначившись з категоріальними значеннями досліджуваної ознаки, кожне з них умовно позначають. У нашому випадку негативне ставлення до куріння можна позначити символом “–”, позитивне – символом “+”. Ці символи з вкладеним у них змістом є пунктами утвореної шкали найменувань. Оскільки зазначена шкала складається з двох пунктів, то вона носить назву дихотомічної.

Складнішим є випадок, коли вибрана для дослідження ознака набуває значень у двомірному і більше континуумі. Нехай потрібно з’ясувати мотиви навчання відмінників у школі. Досліджуваною ознакою у такому дослідженні слугує мотив навчання. Серед кількох можливих варіантів вибору категоріальних значень досліджуваної ознаки можна виокремити потребу знати, бажання бути першим, тиск з боку батьків. Позначивши “потребу знати” символом “a”, “бажання бути першим” – символом “b”, “тиск з боку батьків” – символом “c”, одержуємо шкалу обстеження, яка складається з трьох пунктів.

Одержану шкалу можна модернізувати, якщо передбачити у ній пункти, які відображають той факт, що наведені вище категоріально відмінні мотиви поєднуються. Позначивши “потребу знати і бажання бути першим” символом “d”, “потребу знати і тиск батьків” символом “e”, “бажання бути першим і тиск батьків” символом “f”, “потребу знати, бажання бути першим і тиск батьків” символом “g”, одержуємо шкалу, яка складається із семи пунктів. У такому випадку пункти шкали зручніше позначати не буквами, а цифрами.

Кожний з наведених вище мотивів можна обстежити на якісну протяжність, оскільки за своєю суттю мотив навчання є не ознакою, а властивістю індивідів. Проте, якщо не перейматись якісною протяжністю цієї властивості, а лише фактом її присутності чи відсутності, то мотиви слугують категоріальними пунктами шкали обстеження.

Зрозуміло, що ефективність сконструйованої шкали найменувань визначається відповідністю її пунктів реальним якісним відмінностям досліджуваної ознаки в об'єктах вивчення.

У рангових, рейтингових і порядкових шкалах притаманна об'єкту кількість досліджуваної властивості не вимірюється, а якісно оцінюється.

У випадку оперування ранговою шкалою дослідник, як уже зазначалось, насамперед порівнює об'єкти на основі суб'єктивного судження щодо наявності у них досліджуваної властивості, упорядковує об'єкти вивчення на цій підставі і тільки після цього приписує їм ранги, користуючись рядом натуральних чисел. Приписані ранги в окремих випадках можуть отримати якісну інтерпретацію. Відмінність побудови частково упорядкованих і упорядкованих шкал проявляється у тому, що в другому випадку усі пункти шкали чітко окреслені, у першому – окремі пункти розмиті, що передається їх позначенням, наприклад (2̃).

Серед використовуваних рейтингових шкал трапляються загально прийнятні, проте досліднику, як і у попередньому випадку, часто доводиться конструювати такі шкали власноруч. У конструюванні рейтингової шкали насамперед визначаються з досліджуваною властивістю, потім з'ясовують, які зовнішні критерії є репрезентантами досліджуваної властивості, для кожного критерію визначають показники, що вказують на якісно відмінні кількості критерію зокрема і досліджуваної властивості загалом. У випадку рівносильності усіх критеріїв і показників кожній комбінації *критерій* – *показник* приписують  $1$  і визначають крайню праву точку на шкалі, яка дорівнює сумі усіх можливих добутоків *критерій* – *показник*, а також крайню ліву точку, яка дорівнює  $0$ . У випадку нерівносильності критеріїв і показників їм приписують певні вагові коефіцієнти з таким розрахунком, щоб вагові коефіцієнти усіх критеріїв у сумі складали  $1$ , а вагові коефіцієнти усіх показників у межах одного критерію теж складали у сумі  $1$ . Пункти у такий спосіб утвореної шкали є значеннями якісної протяжності досліджуваної властивості.

Серед порядкових шкал є чимало стандартизованих. Проте більшість таких шкал є лише загальноприйнятими. Водночас у непоодиноких випадках досліднику доводиться конструювати порядкові шкали власноруч. Порядкові шкали, на відміну від рангових і рейтингових, будуються на засадах не зовнішньої оцінки якісної протяжності досліджуваної властивості, а на основі реєстрації кількісних значень її зовнішнього репрезентанта. Тому серед можливих зовнішніх агентів досліджуваної властивості вибирають найбільш чутливого, точного і зручного для об'єктивної оцінки, обґрунтовують доцільний спосіб фіксації відмінності у кількостях вибраного агента для двох сусідніх пунктів шкали.

Якщо репрезентантом досліджуваної властивості є кількість правильно розв'язаних завдань чи співпадаючих відповідей, то пунктами шкали є набрані обстежуваними бали від 0 до максимально можливого значення. При цьому, якщо завдання і запитання рівносильні у структурі досліджуваної властивості, то за їх правильне розв'язання чи відповідь на них нараховується однакова кількість балів (як правило, 1). У випадку нерівносильності вводяться вагові коефіцієнти за наведеним вище зразком. У побудові порядкових шкал інколи враховують факт неповного розв'язання чи неточної відповіді.

У тому випадку, коли пристрій містить низку тверджень, порядкова шкала конструюється за дещо іншою технологією.

Напрацьовано декілька методологічних підходів до розв'язання зазначеного дослідницького завдання. Прикладом порядкової шкали є пристрій для фіксації ставлення. Ставлення виражає нашу оцінку чогось чи когось. Ставлення можуть базуватися на знаннях, почуттях і позначатися на майбутній поведінці. Ставлення – складне утворення. Хоча багато дослідників інтуїтивно відчували, що ставлення можна оцінити, впродовж багатьох століть дотримувались думки, що воно не піддається фіксації. Методику його фіксації було запропоновано лише у 1929 р. (Р. Лайкерт). Ідеально, якщо ставлення веде до поведінки, тоді потрібно фіксувати поведінку і дедуктивно виводити, яке

ставлення лежало в основі зафіксованої поведінки. Наприклад, на підставі того, яка кількість учнів обирає для вивчення фізику, можна судити про їх ставлення до цього навчального предмету. По суті, використовуються два шляхи при фіксації ставлення: інтерв'ю (усне опитування) і анкетування (письмове опитування).

Щоб побудувати зазначений пристрій, продукують декілька тверджень, різне ставлення до яких репрезентує різне значення якісної протяжності досліджуваної властивості в об'єкта вивчення. Як правило, використовують наведені нижче (згідно Р. Лайкерту) набори ставлень: *впевнений, що так (5) – думаю, що так (4) – важко сказати (3) – думаю, що не так (2) – впевнений, що не так (1); цілком схвалюю (5) – в основному схвалюю (4) – важко сказати (3) – в основному не схвалюю (2) – зовсім не схвалюю (1); так буває завжди (5) – так буває інколи (4) – буває і так, і інакше (3) – так переважно не буває (2) – так ніколи не буває (1); це дуже важливо (5) – це важливо (4) – важко сказати важливо це чи ні (3) – це неважливо (2) – це не має ніякого значення (1); цілком згодний (5), згодний (4), не визначився (3), не згодний (2), цілком не згодний (1).*

Дещо на інших теоретичних позиціях будуються порядкові шкали з використанням техніки Р. Перрі (див. табл. 11.3).

Таблиця 11.3. Фрагмент техніки Р. Перрі

Для того, щоб вивчити курс, я повинен засвоїти те, що читає лектор							Я не повинен покладатися лише на лектора. Частина матеріалу я повинен вивчити самостійно
--	--	--	--	--	--	--	--

Як видно, цією технікою передбачаються набори з протилежних тверджень, ставлення респондента до яких знаходяться між ними у відведених для їх фіксації комірках. Комірки, звичайно, теж нумеруються, як правило, зліва направо від 1 до 6. При цьому справа наводиться твердження, вибір якого пов'язаний із більшим вмістом в об'єкта вивчення досліджуваної властивості.

У конструюванні порядкових шкал використовується також техніка семантичного диференціалу, запропонована Ч. Осгудом. Використання цієї техніки не передбачає пропонування об'єкту вивчення тверджень, з якими він певною мірою має погодитися чи ні. Йому пропонується незавершене твердження, до якого додається пара слів (антонімів), які з різного боку завершують твердження. Суб'єкт вибирає між двома антонімами точку, що, на його думку, характеризує його оцінку (завершує) заголовне твердження. Наприклад, *Робота в малих групах*

Легка \_\_\_\_\_ х \_\_\_\_\_ .Важка

З наведеного вище робимо висновок, що в який спосіб не фіксувалось би ставлення до тверджень, порядкова шкала будується за єдиним принципом: її крайня ліва точка відповідає найменшій можливій кількості набраних балів, права – найбільшій можливій кількості набраних балів. Шкала відліку у такому випадку презентується пунктами, які є сумами для усіх тверджень числових значень оцінок від найменшого до найбільшого. У випадку трьох тверджень і п'яти оцінок шкала охоплює пункти від 3 до 15.

**Перевірка ідентичності індикаторів засобу обстеження.** Якщо для фіксації досліджуваної властивості використовується кілька індикаторів (суджень, запитань), то при конструюванні такого пристрою важливо, щоб індикатори були ідентичними стосовно різних суб'єктів. Ідентичність індикаторів репрезентується однаковою реакцією суб'єктів на запропоновані їм стимули. Сказане означає, що суб'єкти, що набрали однакову кількість балів за результатами опитування, в ідеалі однаково реагують на запропоновані стимули. Суб'єкт, який набрав на один бал менше у порівнянні з іншим суб'єктом, реагує на стимули таким же чином, за винятком одного випадку. Пошук ідентично спрямованих індикаторів деякої неявної властивості – складне завдання. Один із варіантів його розв'язання запропонував Л. Гутман.



Розглянемо методику перевірки ідентичності індикаторів на прикладі вимірювання ставлення респондентів до переходу на нову систему організації праці. Нехай опитуваних просять висловити своє ставлення до кожного із запропонованих суджень.

1. Нова система організації праці, безперечно, сприяє підвищенню продуктивності праці: згодний (1) ... не згодний (0).

2. У цілому ця система краща за ту, що використовувалась раніше: згодний (1) ... не згодний (0).

3. Деякі аспекти нової організації погано продумані: згодний (0) ... не згодний (1).

4. Як і будь-яка інша система організації, нова система має чимало недоліків: згодний (0) ... не згодний (1).

5. Нова система вдало поєднує матеріальне і моральне стимулювання працівників: згодний (1) ... не згодний (0).

6. Доводи на користь нової системи досить аргументовані: згодний (1) ... не згодний (0).

7. У попередній системі було чимало хорошого, що втрачено в новій: згодний (0) ... не згодний (1).

8. Переваги нової системи зовсім не зрозумілі: згодний (0) ... не згодний (1).

При цьому незгода з судженням, в якому критикується нова система, згода з судженням, в якому вона схвалюється, оцінюється 1, згода в першому випадку і незгода у другому випадку оцінюються 0. В опитуванні взяло участь 15 респондентів. Одержані дані подані у таблиці 11.4.

Аналіз таблиці (11.4) із зазначених вище позицій свідчить, що використаний засіб обстеження не є ідеальним. Перший, десятий і тринадцятий суб'єкти по-різному зреагували на запропоновані їм стимули і т.д. Водночас потрібно мати на увазі, що ідеальний пристрій фіксації якісної протяжності властивості побудувати важко. Тому обмежуються оптимальним варіантом. Такий варіант

задається кількістю допустимих відхилень у відповідях експериментальної групи.

Підрахунок допустимої кількості відхилень проводиться шляхом обчислення коефіцієнта репродуктивності шкали:

$$R = 1 - n / K * N, \quad (11.1)$$

Таблиця 11.4. Результати відповідей на запитання опитувальника

Суб'єкт	Бал	1	2	3	4	5	6	7	8
7	7	+	+	-	+	+	+	+	+
9	7	+	+	-	+	+	+	+	+
10	6	+	+	-	+	+	-	+	+
1	6	+	+	+	+	+	-	+	-
13	6	+	+	-	+	+	-	+	-
3	5	+	+	-	-	+	-	+	+
2	4	+	-	-	-	+	-	+	+
6	4	+	-	-	-	+	-	+	+
8	4	+	-	-	+	+	-	+	-
14	4	+	-	-	-	+	-	+	+
5	3	+	-	-	-	+	-	+	-
15	3	+	-	-	-	+	-	+	-
4	2	-	-	-	-	+	-	+	-
11	1	-	-	-	-	-	-	-	+
12	1	-	-	-	-	-	-	+	-
«+»		12	6	1	6	13	2	14	9

де  $R$  – коефіцієнт репродуктивності;  $K$  – кількість пунктів (в нашому випадку 8), на які потрібно було дати відповідь;  $N$  – кількість респондентів (в нашому випадку 15);  $n$  – кількість помилкових відповідей.

У наведеному випадку  $R = 0,95$ , чого цілком достатньо. Вилучаючи ті твердження, у відповідях на які допущено найбільше невідповідностей, можна підвищити значення коефіцієнта репродуктивності.

**Побудова шкали рівних інтервалів.** Вище зазначалося, що порядкова шкала не є шкалою рівних інтервалів. Водночас в окремих випадках для фіксації якісної протяжності властивостей об'єктів вивчення вдається побудувати шкалу рівних інтервалів. Технологію побудови таких шкал, яка здійснюється у кілька етапів, запропонував Л. Терстоун.

1. Респондентам пропонуються позитивного і негативного характеру судження, сформульовані таким чином, щоб з ними не могли погодитися респонденти, які дотримуються протилежних поглядів.

2. Судження, записані на окремі карточки, пропонуються арбітрам, в якості яких виступають випадковим чином відібрані представники опитуваної аудиторії.

3. Арбітрам пропонується посортувати судження в 11 груп, що позначаються числами від 1 до 11. Біля карточки “1” арбітр поміщає судження, в яких, на його думку, виражено максимально позитивне відношення до даного об'єкта, біля карточки “11” він поміщає судження з максимальним негативним відношенням до даного об'єкта, біля карточки “6” поміщаються судження нейтрального характеру, інші, залежно від їх змісту, – біля інших карточок. При цьому арбітри прагнуть домогтися не однакової кількості суджень біля кожної карточки, а якомога точнішого усвідомлення судження і раціональної їх класифікації.

4. На черговому етапі встановлюється вага кожного судження на шкалі. У таблиці (11.5) показана методика розрахунку ваги для одного із суджень.

Маючи такий розподіл, можна побудувати графік у площині “шкала інтервалів” – “кумулятивний процент”. З побудованого графіка можна побачити, що медіанна оцінка визначається по перпендикуляру, опущеному з точки, що відповідає 50% арбітрів, на горизонтальну вісь і дорівнює 8,5. З графіка також можна побачити, що перший квартиль дорівнює 7,3. Третій квартиль дорівнює 9,3. Тож квартильне відхилення  $Q = \frac{1}{2} (9,3 - 7,3) = 1$ . В такий спосіб обчислюється медіанна оцінка для кожного судження і відповідним чином його квартильне відхилення.

Таблиця 11.5. Методика розрахунку ваги для одного із суджень

Пункт шкали	Кількість суддів, які помістили дане судження в цей пункт	Процентна частка до всієї кількості суддів	Сумарний (кумулятивний) процент
1	0		
2	0		
3	0		
4	0		
5	0		
6	12	4	4
7	12	4	8
8	60	20	28
9	66	22	50
10	90	30	80
11	60	20	100
Всього	300	100	

5. Тоді з усіх суджень, що мають медіанну оцінку в околі 1; ...; 11, вибирають те, що має найменше квартільне відхилення. Як наслідок, залишають 11 суджень, кожне з яких має свою вагу, визначену за медіаною рішень арбітрів. Очевидно, оскільки арбітраж суддів дозволив знайти пороги розрізнення між судженнями, шкалу можна визнати шкалою рівних інтервалів з відліком від 0.

6. Для використання в масовому опитуванні усі відібрані судження тасуються у випадковому порядку. Респонденти висловлюють згоду або незгоду з кожним із запропонованих суджень. Вага судження зазначається не в опитувальнику, а в інструкції з обробки даних опитування.

7. Індивідуальний бал респондента за шкалою Терстоуна визначається як медіана ваг прийнятих ним суджень. При парній кількості прийнятих пунктів медіанний ранг є середнім арифметичним інтервалу, в якому лежить медіана.

**Контрольні шкали.** Засоби обстеження часто комплектуються низкою показників контрольного характеру, що носять назву контрольних шкал. Контрольні шкали – це допоміжні діагностичні засоби, які дозволяють підвищити достовірність інформації, яка отримується за допомогою використовуваних засобів обстеження. Найчастіше контрольні шкали використовуються в особистісних опитувальниках. Сумнівні з тих чи інших причин дані можна виявити, спираючись на різного роду показники.

1. Шкала “?” враховує кількість пунктів опитувальника, залишених випробовуваним без відповіді. Перебільшення критичної кількості незаповнених пунктів є підставою для судження про а) недостатню мотивованість обстежуваного на співбесіду; б) можливий його низький культурний рівень; в) недостатнє розуміння ним формулювань пунктів опитувальника.

2. Шкала “L” оцінює тенденції респондента до соціально-позитивних відповідей. Шкалою передбачаються запитання, які вимагають однозначної відповіді в ситуації, яка відображає життєву реальну поведінку, що може видатися для респондента строгою мораллю. Респондент, який бажає показати себе у максимально вигідному світлі, може давати відповіді не у відповідності

з істинними поведінковими актами, а відображати своє уявлення про потрібні відповіді, які відповідають моральним нормам.

3. Шкала “F” оцінює тенденції до погіршення результатів, яке має місце тоді, коли респондент схильний до оцінки свого стану в чорних кольорах. Щоб оцінити цю тенденцію, в опитувальник вводяться запитання, які зовні відповідають життєвим уявленням, що можуть виникнути при психічних розладах, стресах тощо.

4. Шкала “K” включає твердження, які стосуються проявів, що можуть сприйматися респондентом як ознаки недоліку. Суб’єкт, який бажає показати себе благополучним, може заперечувати наявність у себе таких симптомів.

Результати, одержані у кожній з чотирьох контрольних шкал, неодмінно враховуються в якості поправок до результатів, одержаних за допомогою використовуваної обстежувальної шкали.

**Обстежувальні шкали у педагогічних дослідженнях.** Зазначені типи шкал відрізняються інформативністю. Найбільш інформативною є шкала відношень, найменш інформативною є шкала найменувань. Природним є прагнення дослідника використовувати найбільш інформативні засоби обстеження. Фізичні чи психофізіологічні параметри об’єктів вивчення вимірюють за допомогою метричних шкал. Але загалом доводиться констатувати, що метричні шкали використовуються в педагогічних дослідженнях не часто. Усі інші характеристики переважно обстежуються у номінальних шкалах. У педагогіці більшість обстежень відноситься до номінального рівня. Лише найменш важливі змінні допускають вимірювання у метричних шкалах. Час виконання завдання, зріст, вага учнів тощо можуть представляти інтерес, але це буває не часто.

Слід зазначити, що у педагогічних дослідженнях дуже часто визначають рівень знань учнів і послуговуються при цьому порядковою шкалою. Проте якщо дослідник визначає не рівень знань учня з певного предмета, а рівень засвоєння ним чітко окреслених програмних вимог з цього ж предмета, то при

обстеженні можна застосовувати інтервальну шкалу. Кількість розв'язаних задач, кількість допущених у роботі помилок, швидкість виконання практичної роботи тощо – це безпосередньо вимірювані показники, їм притаманні кількісні, а не суб'єктивні якісні ознаки.

Водночас, якщо у трьох осіб зафіксували інтелектуальні здібності і отримали відповідно *IQ 50, 110 і 122*, то не достатньо трактувати отримані дані таким чином, що третій індивід розумніший другого, а той розумніший першого (що є логічним для порядкової шкали). Правомірно твердити, що третій розумніший другого, в той час як другий суттєво розумніший за першого; але інтуїція нам підказує, що немає достатньо підстав, щоб стверджувати, що різниця розумового розвитку третього – другого та другого – першого індивідів складає сорок вісім одиниць (що мало би бути правомірним для інтервальної шкали).

Загалом стосовно досліджень освітніх явищ слід зазначити, що пошук нульового пункту як точки відліку шкали приречений на невдачу, оскільки педагогічні характеристики варіюють від ситуації до ситуації так сильно, що нульовий пункт може бути встановлений тільки як середньостатистична величина у великій масі подій. Тому у педагогіці, психології, соціології тощо, як правило, доводиться обмежуватися елементарними способами первинного обстеження. Проте цього, як правило, достатньо, щоб фіксувати тенденцію досліджуваного педагогічного, психологічного чи соціального явища. На більше відповідні фахівці не претендують і напевне не повинні претендувати.

### **Запитання**

- \* *Що таке шкала обстеження?*
- \* *На яких засадах побудована континуальна класифікація обстежувальних шкал?*
- \* *Яка основна вада однополюсних оцінок?*
- \* *З якими проблемами стикаються розробники шкали пропорційних оцінок?*
- \* *Які вимоги висувуються щодо кількості пунктів у вербальній оцінці?*

*\* На яких теоретичних засадах ґрунтується побудова вербальної оцінки у формі семантичного диференціала?*

### **Завдання**

- \* Побудуйте шкалу ставлення за методикою Лайкерта.*
- \* Побудуйте шкалу ставлення, використовуючи методологічні засади Перрі.*
- \* Побудуйте шкалу ставлення, використовуючи методологічні засади Осгуда.*
- \* Побудуйте шкалу «L».*
- \* Побудуйте шкалу «F».*
- \* Побудуйте шкалу «K».*
- \* Наведіть приклад характеристики, що може реєструватися у шкалі найменувань.*
- \* Наведіть приклад характеристики, що може реєструватися у ранговій шкалі.*
- \* Наведіть приклад характеристики, що може реєструватися в рейтинговій шкалі.*
- \* Наведіть приклад характеристики, що може реєструватися в порядковій шкалі.*
- \* Наведіть приклад шкали найменувань, побудованої на основі наявності-відсутності певної ознаки.*
- \* Наведіть приклад шкали найменувань, побудованої на основі наявності двох якісно відмінних ознак.*
- \* Наведіть приклад вдалого і невдалого застосування шкали найменувань з точки зору ефективності впливу виокремленої ознаки на кількісні значення відгуку.*
- \* Проілюструйте застосування шкали найменувань.*
- \* Наведіть приклад частково впорядкованої шкали, у якій не повністю витримана ознака континуальної класифікації.*



- \* *Наведіть приклад частково впорядкованої шкали, у якій використано два континууми, відношення між якими погано вивчено.*
- \* *Наведіть приклад упорядкованої шкали.*
- \* *Наведіть приклад рейтингової шкали.*
- \* *Наведіть приклад порядкової шкали.*
- \* *Проілюструйте перетворення шкали вищого порядку у шкалу нижчого порядку.*
- \* *Проілюструйте техніку попарного впорядкування.*
- \* *Назвіть характерну ознаку метричних шкал.*
- \* *Назвіть характерну ознаку нелінійної метричної шкали.*
- \* *Наведіть приклад метричної шкали рівних інтервалів.*
- \* *Опишіть процедуру встановлення одиниці вимірювання довільної метричної шкали.*
- \* *Назвіть перевагу шкали пропорційних оцінок у порівнянні із шкалою рівних інтервалів.*
- \* *Наведіть приклад величин, які у процесі педагогічного дослідження можна виміряти у шкалі пропорційних оцінок.*
- \* *Покажіть переваги і недоліки точних і неточних наук.*
- \* *Наведіть приклад вербальної шкали, за допомогою якої констатується наявність певної ознаки.*
- \* *Наведіть приклад вербальної шкали, за допомогою якої констатується міра вираження певної властивості.*
- \* *Наведіть приклад згорнутої вербальної шкали.*
- \* *Наведіть приклад розгорнутої вербальної шкали.*
- \* *Проілюструйте дію вимог до побудови вербальної шкали.*

## **§ 12. Достовірність результатів обстеження**

**Похибка обстеження.** Процес обстеження об'єктів вивчення завжди супроводжуються певною похибкою, тобто відхиленням одержаного значення досліджуваної характеристики від її істинного значення. Як наслідок,

емпірично одержане значення досліджуваної характеристики містить приховану інформацію про її істинне значення і похибку процесу обстеження. Але похибку обстеження завжди визначають з певною похибкою. А це означає, що у процесі обстеження дослідник не може встановити не тільки істинне значення досліджуваної характеристики, а й істинне значення похибки обстеження. Похибка обстеження має місце як у процесі вимірювання величин, так і в процесі фіксації якісної протяжності властивостей об'єктів вивчення. Похибка зменшує точність і чутливість обстеження. Чим більша похибка, тим менша точність обстеження. Чим більша похибка, тим більшу мінімальну зміну досліджуваної характеристики можна з певною достовірністю зафіксувати.

Ступінь наближення результату обстеження до істинного значення досліджуваної характеристики передають терміном *точність обстеження*. З означення зрозуміло, що ця величина обернена до похибки обстеження. Оцінка точності є невід'ємною складовою обстеження. Точність, з якою зовнішня ознака відображає досліджувану характеристику, залежить від процедури обстеження. Точність обстеження визначається концептуальними засадами побудови методу обстеження, конструктивними можливостями засобу обстеження, а також суттєво залежить від дії багатьох чинників суб'єктивного характеру, які є неконтрольованими, а тому у своїй дії, на відміну від систематичної, закладають випадкову похибку у процес обстеження.

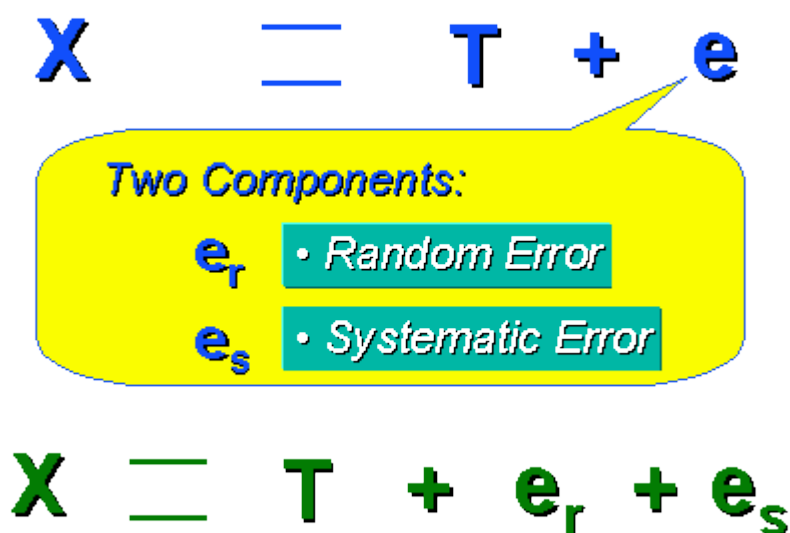


Рис. 12.1. Аналітична модель процесу обстеження

На рис.12.1 використано такі позначення:  $X$  – істинне значення досліджуваної характеристики,  $T$  – значення досліджуваної характеристики за результатами обстеження,  $e_r$  – величина випадкової охибки,  $e_s$  – величина систематичної похибки.

**Систематична похибка** – складова похибки обстеження, яка залишається сталою або закономірно змінюється під час повторних обстежень тієї самої характеристики. Вона завжди односторонньо впливає на результати спостережень, тільки збільшуючи чи тільки зменшуючи їх. Систематичну похибку через це інколи називають зміщенням.

Систематичну похибку спричиняють фактори, які постійно у незмінному напрямі впливають на значення характеристики, що реєструється. Наприклад, сильний шум за межами приміщення, в якому учні виконують контрольну роботу, негативно позначається на їхніх результатах. При цьому зазначений негативний вплив стороннього шуму має місце завжди, як тільки учні виконують контрольну роботу. Аналогічно функціональна музика, що звучить у приміщенні, де учні виконують завдання, завжди підвищуватиме їхні результати.

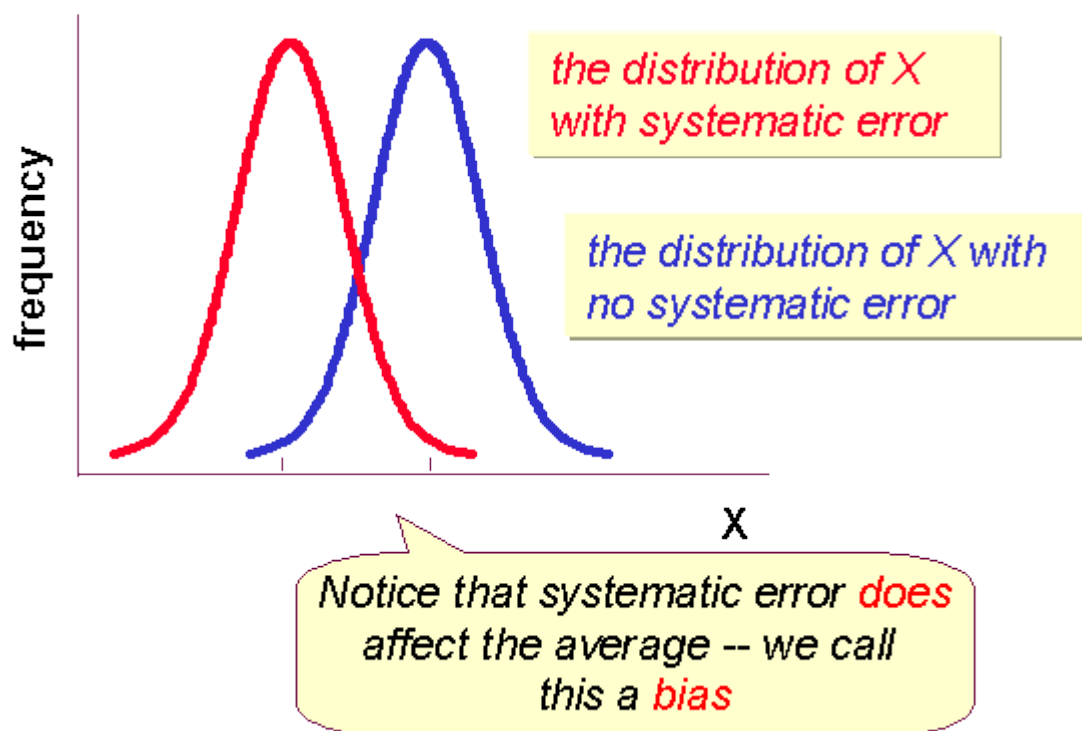


Рис. 12.2. Приклади розподілів частот без та з систематичною похибкою

На рис. 12.2 по горизонтальній осі відкладено значення досліджуваної характеристики  $X$ , по вертикальній – частота значень досліджуваної характеристики у нескінченно малому діапазоні її значень, червоним кольором зображено розподіл частоти значень у випадку наявності систематичної похибки, синім кольором зображено розподіл частоти значень у випадку відсутності систематичної похибки. У примітці стверджується, що систематична похибка впливає на середнє значення досліджуваної характеристики і спричиняє певне зміщення.

Фактори, які діють в одному напрямі на кожного учасника вибірки, спричиняють систематичну похибку, що призводить до зміщення середнього значення досліджуваної характеристики і ніяк не позначається на варіабельності одержаних результатів.

Типовими джерелами систематичних похибок є недосконалість обстежувальної апаратури (похибки лінійності шкали, дрейф нульової точки, градувальні похибки) та її погане монтування чи налаштування, недосконалість використовуваного методу обстеження (неврахування виштовхувальної сили повітря і нерівноплечості терезів при зважуванні, опору повітря при вимірюванні прискорення вільного падіння тощо), постійні похибки експериментатора, невраховані впливи інших параметрів. Систематична похибка може мати місце в результаті нехтування важливим параметром обстежуваної сукупності чи вибірки. Систематична похибка може бути наслідком різноманітних зміщень вибірки в бік одного з полюсів досліджуваного параметра. Зміщення вибірки – найбільш типова причина наявності систематичної похибки, усунення якої досягається шляхом безумовного виконання правила забезпечення потенційної можливості попадання у вибірку кожного об'єкта вивчення із сукупності.

Розрізняють такі групи систематичних похибок: похибки методу обстеження (теоретичні), інструментальні (практичні), суб'єктивні похибки.

Похибка методу обстеження – наслідок припущень або спрощень, що застосовуються в обстеженнях. До теоретичних похибок належать також похибки, обумовлені властивостями об'єкту вивчення (при вимірюванні об'єму цеглини ми вважаємо її прямокутним паралелепіпедом, хоча її форма відрізняється від прийнятої).

Інструментальною називають похибку, причиною якої є властивості засобів обстеження.

Суб'єктивна похибка – це наслідок індивідуальних особливостей дослідника.

Систематичні похибки теоретичного і практичного походження у деяких випадках можна (шляхом удосконалення експериментальної техніки) усунути до початку обстеження. Якщо це не вдається зробити, то до результатів обстеження додають поправку. Щоб знайти поправку, треба звірити покази засобу обстеження з показами точнішого засобу, в ідеальному випадку – еталонного. Якщо не можливо визначити поправку, то враховують межу систематичної похибки. До кожного сертифікованого засобу обстеження додаються відомості, що стосуються максимально можливого зміщення його показів у бік завищення чи заниження. З урахуванням зазначеного для кожного засобу обстеження встановлюються граничні умови його використання.

Систематичні похибки суб'єктивного характеру зменшуються шляхом належної підготовки дослідників.

Систематичну похибку, як правило, важко виявити, оскільки при повторних обстеженнях вона зберігає свою величину. З метою виявлення систематичної похибки перевіряють можливі її джерела, змінюють умови проведення обстеження, використовують принципово інший метод обстеження. Вирішальним фактором у пошуку систематичної похибки є критичне ставлення дослідника до своєї роботи.

**Випадкова похибка** – складова похибки обстеження, яка змінюється спонтанно під час повторних обстежень однієї і тієї ж характеристики.

Повторні обстеження однієї і тієї ж характеристики дають у загальному випадку дещо відмінні результати навіть тоді, коли обстеження проводились одним і тим же дослідником, одним і тим же методом, за допомогою одного і того ж засобу.

Похибка обстеження завжди має певні причини, однак різна дія у різні моменти обстеження великої кількості факторів впливу на досліджувану характеристику та їх взаємодія призводить до такого розсіювання значень досліджуваної характеристики, що резонно вести мову лише про її випадкові значення. Зазначене аналогічно є причиною того, що похибки обстеження у кожному конкретному випадку є різними, причому їх значення змінюються від випадку до випадку хаотично, тобто випадково. Загалом випадкова похибка пов'язана з неможливістю врахувати усі фактори впливу на значення досліджуваної характеристики. Випадкова похибка спричиняється впливом на досліджувану характеристику великої кількості факторів, дія яких у кожному випадку різна і не може бути заздалегідь врахована.

Хаотичні зміни значення досліджуваної характеристики мають місце і тоді, коли ми фіксуємо її значення у деякої кількості об'єктів вивчення за умови дії на неї навіть одного фактора. Відомо, що настрій позначається на пізнавальній активності учнів. Причому піднесений настрій підвищує значення зазначеної характеристики, понижений настрій зменшує значення її якісної протяжності. Якщо перед дослідником постало завдання обстежити пізнавальну активність учнів класу, то одержані значення для кожного учня хаотично відрізняються від істинних значень фонові пізнавальної активності внаслідок хаотичної зміни їхнього настрою.

Аналогічні флуктуації спостерігаються і у випадку оперування середнім значенням досліджуваної характеристики. Нехай перед дослідником стоїть завдання зафіксувати середнє значення якісної протяжності пізнавальної активності учнів класу. У процесі обстеження одні суб'єкти перебувають у піднесеному настрої, інші – у пониженому, ще інші – у нейтральному стані.

Проте кожний раз, коли проводяться обстеження, матиме місце різне співвідношення учасників з різним емоційним станом, а тому фактор настрою загалом позначатиметься на середньому значенні пізнавальної активності учнів хаотично.

Оцінити величину випадкової похибки для одного обстеження в принципі не можливо. Тому доводиться повторювати обстеження до певних розумних меж, а отриману сукупність даних опрацьовувати за допомогою методів теорії ймовірності та математичної статистики.

Істинним значенням досліджуваної характеристики за результатами серії її обстежень є математичне очікування. За оцінку математичного очікування досліджуваної характеристики приймають середнє арифметичне ряду спостережень. Нехай виконано  $n$  обстежень характеристики  $X$ , істинне значення якої  $x$  нам не відоме. Позначимо через  $x_1, \dots, x_n$  результати окремих обстежень, а через  $\varepsilon_i = x - x_i$  абсолютну похибку  $i$ -ого обстеження. Тоді результати обстежень можна представити:

$$\begin{aligned} x_1 &= x - \varepsilon_1, \\ &\dots\dots\dots \\ x_n &= x - \varepsilon_n. \end{aligned}$$

Додаючи ліву і почленно праву частини записаних вище рівностей, отримуємо:

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i = n x - \sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i.$$

Якщо ввести поняття середнього арифметичного і прирівняти його до:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \tag{12.1}$$

то, розділивши обидві частини рівності на кількість обстежень  $n$ , отримуємо рівність:

$$x = \bar{x} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i.$$

Якщо кількість обстежень  $n \rightarrow \infty$ , то другий доданок правої частини записаної вище рівності наближається до 0. Оскільки  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$  ніколи не буває рівною 0, то  $x \approx \bar{x}$ .

Із зазначеного вище робимо висновок, що оцінкою істинного значення досліджуваної характеристики є середнє арифметичне значення декількох її обстежень. Водночас робимо висновок про те, що середнє арифметичне випадкових похибок ряду обстежень не підходить для оцінки похибки обстеження. Тому для оцінки випадкової похибки виконаного дослідження вибирають середнє квадратичне відхилення, яке математично є квадратним коренем з дисперсії досліджуваної характеристики:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (12.2)$$

Розрізняють похибку окремого обстеження і похибку середнього арифметичного значення декількох обстежень.

Крім того, у першому і другому випадках прийнято розрізняти середню квадратичну, ймовірну та середню похибки.

Середня квадратична похибка окремого обстеження обчислюється за допомогою :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} ,$$

де  $\varepsilon_i$  – похибка окремого обстеження.

Ймовірна похибка ділить ряд значень випадкових похибок на дві рівні частини і обчислюється із співвідношення:

$$\rho = 0,6745 \sigma.$$

Середньою похибкою окремого обстеження називають середнє арифметичне абсолютних величин усіх випадкових похибок і обчислюють за допомогою:

$$\eta = 0,7979 \sigma.$$



Характеризуючи у кінцевому випадку точність обстеження, прийнято вказувати не похибку окремого обстеження, а похибку середнього арифметичного значення з окремих обстежень, яка обчислюється із співвідношення:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (12.3)$$

де  $n$  – кількість обстежень.

Аналогічні співвідношення справедливі для ймовірної і середньої похибок середнього арифметичного значення з окремих обстежень:

$$\rho_{\bar{x}} = 0,6745\sigma_{\bar{x}}; \eta_{\bar{x}} = 0,7979\sigma_{\bar{x}}.$$

З наведених вище співвідношень випливає, що похибка середнього арифметичного значення ряду обстежень визначається як величиною середнього квадратичного відхилення одного обстеження, так і їх кількістю. Проаналізувавши отримані результати, доходимо висновку, що з метою зменшення похибки середнього арифметичного значення з окремих обстежень не раціонально йти шляхом надмірного збільшення кількості обстежень, так як при  $n = 10 - 15$  зменшення  $\sigma_{\bar{x}}$ ,  $\rho_{\bar{x}}$ ,  $\eta_{\bar{x}}$  дуже мізерні. Тому потрібно прагнути не до збільшення кількості обстежень, а до покращення методів обстеження, яке дозволяє зменшити середнє квадратичне відхилення окремого обстеження.

Наочне уявлення про похибку обстеження можна отримати шляхом побудови гістограми розподілу відносних частот значень досліджуваної характеристики. Граничний випадок розподілу частот значень досліджуваної характеристики подано на рис. 12.3. Із зазначеного рисунка робимо висновок, що середнє арифметичне значення характеристики  $X$  є найбільш ймовірним із усіх можливих значень. Якщо порівнювати результати декількох серій обстежень однієї і тієї ж характеристики, то найбільш точне значення отримується в тій серії, в якій крива розподілу найвужча. Чим вужча крива розподілу, тим менша похибка окремого обстеження. Випадкова похибка не змінює середнього значення досліджуваної характеристики у групі об'єктів вивчення, а тільки збільшує варіабельність одержаних даних. Через це її часто називають шумом.

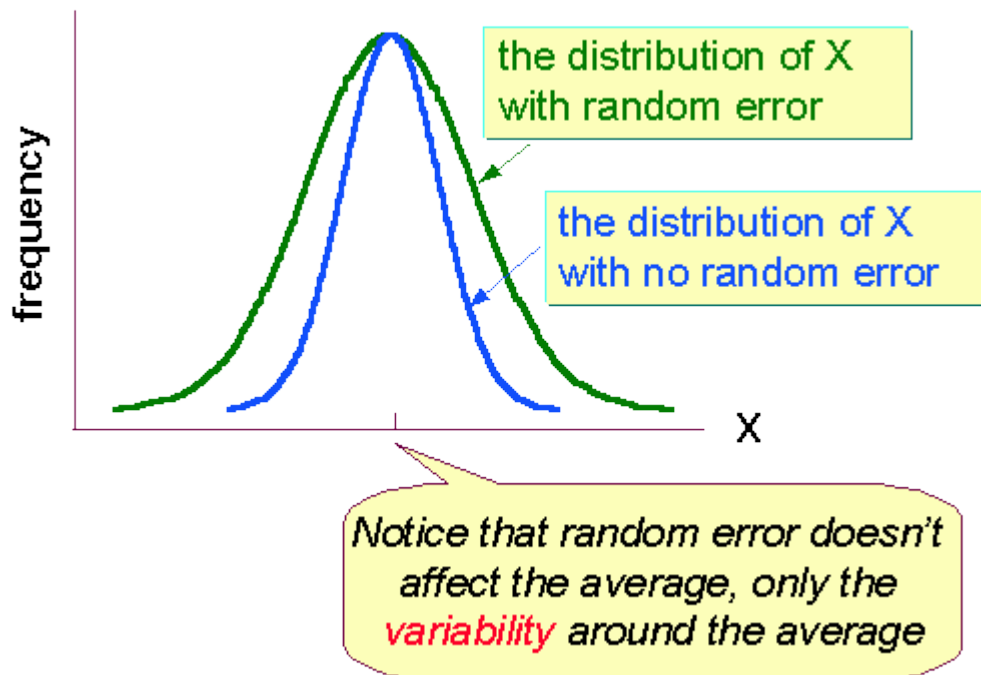


Рис. 12.3. Приклади розподілів частот без та з випадковою похибкою

На рис. 12.3 по горизонтальній осі відкладено значення досліджуваної характеристики, по вертикальній – частоту одержаних значень у нескінченно малому діапазоні значень досліджуваної характеристики, зеленим кольором зображено розподіл частоти за умови наявності випадкової похибки більшого розміру, синім кольором зображено розподіл частоти за умови наявності випадкової похибки меншого розміру. У примітці зазначається, що випадкова похибка не позначається на середньому значенні досліджуваної характеристики, чого не можна сказати по варіабельність одержаних значень довкола середнього.

Зображена на рис. 12.3 крива розподілу частот значень досліджуваної характеристики ілюструє також положення, покладені в основу теорії випадкових похибок.

В основі теорії випадкових похибок лежать два припущення, які підтверджуються на практиці:

1. При великій кількості обстежень випадкові похибки однакової величини, але різного знаку зустрічаються однаково часто.

2. Більші за величиною похибки зустрічаються рідше, ніж менші, тобто ймовірність появи похибки певної величини зменшується з ростом її величини.

**Абсолютна і відносна похибка обстеження.** У результаті обстеження отримують значення, яке завжди відрізняється від істинного. Модуль відхилення результату обстеження від істинного значення досліджуваної характеристики називається *абсолютною похибкою* обстеження. У зв'язку із зазначеним метою обстеження є не тільки знаходження наближеного значення досліджуваної характеристики, а й оцінка його відхилення від істинного.

Якщо  $x$  – точне значення характеристики  $X$ ,  $\tilde{x}$  – наближене значення цієї ж характеристики, то абсолютна похибка обстеження – це:

$$\varepsilon = |\tilde{x} - x| \quad (12.4)$$

У такий спосіб можна обчислити абсолютну похибку лише у випадку, коли відоме  $x$ , що буває, наприклад, при порівнянні одержаних показів з показами еталонного засобу обстеження. Хоча і еталонний засіб обстеження не забезпечує абсолютно достовірних показів. За величиною цієї різниці встановлюють поправку до засобу обстеження, яка прирівнюється до зазначеної різниці, взятої з протилежним знаком. Така операція називається перевіркою засобу обстеження.

Абсолютну похибку  $\varepsilon$  можна було б обчислити із співвідношення  $\varepsilon = \delta \cdot x$ , якби було відоме значення *відносної похибки*  $\delta$  і точне значення величини  $x$ . У більшості випадків (навіть, коли відоме  $\delta$ ) абсолютну похибку обстеження точно встановити неможливо, бо точне значення досліджуваної характеристики залишається невідомим. За умови достатньо точного обстеження ( $\varepsilon \ll x$  і  $\varepsilon \ll \tilde{x}$ )  $\tilde{x} \approx x$ , що дозволяє оцінити  $\varepsilon$ , вимірявши  $\tilde{x}$  і знаючи  $\delta$ :

$$\varepsilon \approx \delta \cdot \tilde{x}. \quad (12.5)$$

Величина відносної похибки переважно визначається класом точності засобу обстеження і вказується у паспортних даних на нього.

Якщо  $x$  і  $\delta$  не відомі, то приймають, що абсолютна похибка обстеження приблизно дорівнює ціні поділки шкали засобу обстеження. І такі дії є цілком логічними, бо, якщо ціна поділки менша за абсолютну похибку засобу обстеження, то який у цьому сенс. А якщо ціна похибки більша за абсолютну похибку засобу обстеження, то такий засіб є недосконалим стосовно використовуваної шкали.

**Межі істинного значення досліджуваної характеристики.** Одержане емпірично значення досліджуваної характеристики містить її істинну складову і помилку. Завдання полягає у тому, щоб за одержаним результатом обстеження оцінити істинне значення досліджуваної характеристики. Методи оцінки істинного значення досліджуваної характеристики діляться на групи: точкова оцінка, інтервальна оцінка, довірчого інтервалу оцінка.

У точковій оцінці середнє значення для ряду обстежень приймається за істинне, іншими словами, значення, одержане за результатами обстеження вибірки, трактується як значення досліджуваної характеристики для сукупності.

Існує декілька способів інтервальної оцінки істинного значення досліджуваної характеристики. Оскільки  $x$  невідоме, то визначивши  $\bar{x}$  і оцінивши  $\varepsilon$  (абсолютну похибку обстеження), можна визначити межі, в яких знаходиться точне значення характеристики  $X$ :  $x = \bar{x} \pm \varepsilon$ . Іншими словами, якщо дослідник знає похибку виконаного ним обстеження, то він може вказати інтервал значень характеристики  $X$ , в межах якого знаходиться її істинне значення  $x$ :

$$\bar{x} - \varepsilon \leq x \leq \bar{x} + \varepsilon \quad (12.6)$$

Межі для істинного значення досліджуваної характеристики в околі знайденого значення за результатом одноразового обстеження встановлюються шляхом додавання і віднімання половини поділки шкали обстеження. Якщо індивід за результатами тестування мовних здібностей відповів правильно на 45 запитань, то істинне значення його мовних навичок (стосовно, звичай-

но, тих, які діагностуються використаним тестом) знаходиться в інтервалі між 44,5 і 45,5. І це не повинно бентежити, якщо взяти до уваги, що вимірюється неперервна величина мовних здібностей, а не дискретна величина правильних відповідей.

Співвідношення (12.6) задовільно працює, коли похибка обстеження в основному визначається систематичною похибкою. У тих випадках, коли похибка обстеження в основному визначається випадковою похибкою, для визначення меж інтервалу, в якому знаходиться істинне значення досліджуваної характеристики, користуються значенням стандартного відхилення середнього арифметичного. Використання цього методу поміщає істинне значення в інтервал протяжністю двох стандартних відхилень з середнім арифметичним значенням у центрі:

$$\bar{x} - \frac{S}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{x} + \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (12.7)$$

За відсутності систематичної похибки і з врахуванням того факту, що середнє арифметичне значення окремих обстежень є найбільш ймовірним серед них, можемо констатувати, що воно найменше відрізняється від істинного значення досліджуваної характеристики. Тому інтервал значень, в межах якого знаходиться істинне значення досліджуваної характеристики, зручніше задавати з використанням середнього арифметичного значення з окремих обстежень та середнього квадратичного відхилення середнього арифметичного значення. Оскільки середнє арифметичне обчислюють на основі обмеженої кількості випробувань, то воно саме є випадковою величиною, тобто характеризується певним середнім квадратичним відхиленням, яке в квадратний корінь з кількості випробувань разів менше за середнє квадратичне відхилення випадкової характеристики  $X$ .

Довірчого інтервалу оцінка відрізняється від простої інтервальної оцінки тим, що вказує на ймовірність, з якою істинне значення досліджуваної характеристики знаходиться у зазначеному інтервалі; при цьому межі інтервалу можуть знаходитися на будь-якій відстані від середнього арифметичного. За

такого підходу чим більше впевненості, що істинне значення досліджуваної характеристики знаходиться у вибраному інтервалі значень, тим більших розмірів інтервал. 100% впевненість має місце тоді, коли стверджується, що істинне значення знаходиться в інтервалі, межами якого є можливо найменше і можливо найбільше значення досліджуваної характеристики; звуження інтервалу зменшує міру впевненості, що істинне значення знаходиться у ньому.

Для визначення меж довірчого інтервалу з істинним значенням досліджуваної характеристики у його центрі використовують функцію густини ймовірності випадкової характеристики. Знаючи функцію густини ймовірності  $p(x)$ , можна шляхом її інтегрування в довільних межах, знайти ймовірність попадання значення  $x$  досліджуваної характеристики у заданий інтервал (або кількість випробувань  $n$  з їх загальної кількості  $N$ , що знаходяться у зазначеному інтервалі значень). Ймовірність попадання результату одиничного обстеження в інтервал  $[x_1; x_2]$  або відносна кількість результатів обстеження, що попадають у заданий інтервал, дорівнює  $\int_{x_1}^{x_2} p(x) dx$ . Відомості про функцію густини ймовірності випадкової характеристики  $X$  дозволяють розв'язувати й обернену задачу: знаходити величину інтервалу, що відповідає відомому значенню ймовірності попадання в нього значення випадкової характеристики  $X$ .

Нехай істинне значення характеристики  $X$  міститься у межах довірчого інтервалу з центром  $\bar{x}$  і крайніми точками на відстані  $\frac{s}{\sqrt{n}}$  від середнього арифметичного. Символом  $s$  позначено стандартне відхилення одиничного обстеження. Цією величиною користуються у тих випадках, коли середнє квадратичне відхилення  $\sigma$  не відоме. Водночас задати межі довірчого інтервалу і не вказати ймовірність, з якою слід очікувати попадання істинного значення досліджуваної характеристики у заданий інтервал – не розв'язати задачу. Бажання отримати відомості про ймовірність попадання істинного значення досліджуваної характеристики в даний інтервал вимагає розширення його меж

у порівнянні з випадком, коли про ймовірність нічого не відомо. Таке розширення відбувається за рахунок введення множника  $t(\alpha, k)$  біля виразу, що задає межі інтервалу. Зазначений коефіцієнт шукають у таблицях, приймаючи, що досліджувана характеристика розподілена нормально (тільки для такого випадку складено таблиці). Для малих кількостей випробувань (менших 10) для обчислення значення коефіцієнта  $t(\alpha, k)$  користуються розподілом Стюдента. З врахуванням зазначеного одержуємо:

$$\bar{x} - t(\alpha, k) \frac{S}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{x} + t(\alpha, k) \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (12.8)$$

де  $k = n - 1$ ,  $\alpha$  – рівень надійності,  $n$  – кількість обстежень.

Надійність результату серії випробувань – це ймовірність  $\alpha$  того, що істинне значення досліджуваної характеристики попадає у даний довірчий інтервал.

Як бачимо, при визначенні меж, в яких знаходиться істинне значення досліджуваної характеристики, виходять з того, що при великій кількості повторних спостережень індивідуальні оцінки чи середні значення утворюють розподіл, статистичні показники якого відображають похибку використаного методу обстеження.

**Обчислення похибок прямих і непрямих обстежень.** Під час опрацювання результатів прямих обстежень враховують як випадкові, так і систематичні похибки. Якщо систематична похибка значно більша за випадкову, то у визначенні величини довірчого інтервалу оперують значенням систематичної похибки, а обстеження проводять один раз. Якщо випадкова похибка значно більша за систематичну, то обстеження проводять таку кількість разів, щоб якомога більше зменшити випадкову похибку і користуються цим значенням при обчисленні величини довірчого інтервалу. Якщо випадкова похибка приблизно рівна систематичній, то при обчисленні величини довірчого інтервалу користуються їх сумою.

Якщо шукана величина є функцією декількох величин, які піддаються прямим вимірюванням, то похибка її значення є відповідним алгебраїчним ви-

разом похибок прямих вимірювань. При цьому обчислення проводять з кількістю значущих цифр, яка перевищує на одиницю кількість значущих цифр, знайдених при вимірюваннях (для наступного округлення результату).

Нехай  $z = f(x,y)$ . Тоді залежно від того, як математично величина  $z$  пов'язана з величинами  $x$  і  $y$ , для обчислення абсолютної і відносної похибки значення величини  $z$  користуються різними співвідношеннями, частина з яких наведена у таблиці 12.1.

Таблиця 12.1. Формули для обчислення абсолютної і відносної похибок непрямих вимірювань

Математична операція	Абсолютна похибка	Відносна похибка
$z = x + y$	$\Delta z = \pm(\Delta x + \Delta y)$	$\delta z = \pm \frac{\Delta x + \Delta y}{x + y}$
$z = x - y$	$\Delta z = \pm(\Delta x + \Delta y)$	$\delta z = \pm \frac{\Delta x + \Delta y}{x - y}$
$z = x \cdot y$	$\Delta z = \pm(x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x)$	$\delta z = \pm\left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}\right)$
$z = \frac{x}{y}$	$\Delta z = \pm \frac{y \cdot \Delta x + x \cdot \Delta y}{y^2}$	$\delta z = \pm\left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}\right)$
$z = x^n$	$\Delta z = \pm n x^{n-1} \cdot \Delta x$	$\delta z = \pm n \frac{\Delta x}{x}$

**Операції з наближеними значеннями величин і властивостей.** Загалом логічно використовувати у результаті обстеження кількість розрядів, сумісну з його точністю. Щоб визначити точність обстеження, його виконують кілька разів і обчислюють за результатами спостережень стандартне відхилення одержаних значень від середнього арифметичного. Якщо дослідник впевнений, що ціна поділки шкали відліку засобу обстеження узгоджена з його точністю, то він не переймається описаною вище процедурою, але при зніманні показів останню цифру у значенні досліджуваної характеристики вважає сумнівною. Такого роду міркування ґрунтуються на тому, що у записі наближеного числа правильними є цифри від крайнього зліва розряду до того розряду, одиниця якого не перевищує абсолютну похибку наближеного числа.

Якщо значення досліджуваної величини визначається шляхом непрямих вимірювань, до досліднику доводиться здійснювати певні математичні опера-



ції з результатами прямих вимірювань. При цьому необхідно дотримуватись правил виконання математичних операцій з наближеними числами, в основі яких знаходиться поняття значущої цифри. Значущою цифрою наближеного числа називається будь-яка цифра в його десятковому представленні, відмінна від нуля і нуль, якщо він знаходиться між значущими цифрами або є представником збереженого десяткового розряду. При виконанні математичних операцій з наближеними числами у результаті залишають стільки значущих цифр, скільки їх було у числі з найменшою кількістю. При цьому дослідник керується також правилами заокруглення наближених чисел.

**Зменшення впливу побічних факторів на результати обстеження.** Плануючи обстеження, дослідник насамперед турбується про ліквідацію систематичної похибки в одержаних результатах. Для цього він аналізує умови виконання обстеження на предмет виявлення факторів односторонньої дії на досліджувану характеристику. Щоб переконатися у відсутності систематичної похибки, дослідник проводить обстеження з використанням іншого засобу і порівнює одержані результати. Якщо дію систематичних факторів не вдається нівелювати, дослідник кількісно оцінює ефект такого впливу і враховує його у результатах обстеження.

Процес обстеження об'єктів вивчення завжди супроводжується певними відхиленнями. Ці відхилення є наслідком варіацій в умовах виконання обстеження. Як звикло, дослідник докладає чимало зусиль для того, щоб контролювати варіабельність процесу обстеження. Однак у результатах обстеження завжди присутня певна частка варіабельності, яку не вдалося нейтралізувати. Цю мінливість необхідно контролювати, щоб мати впевненість у стабільності процесу.

Щоб зменшити величину випадкової похибки результатів обстеження, прагнуть забезпечити однакові умови його виконання. Добитися абсолютно однакових умов неможливо, тому виокремлюють фактори, що найбільш помітно позначаються на досліджуваній характеристиці, і намагаються або

нейтралізувати їх дію або підтримувати їх на постійному рівні. Виокремленню зазначених факторів сприяє пілотне використання засобу обстеження з метою з'ясування його складності і впливу оточуючого середовища на процес обстеження.

Ймовірність зменшення впливу побічних факторів на результати обстеження різко зростає, якщо використати декілька різних засобів обстеження і усереднити їх показники.

Якщо у процесі обстеження з'ясується, що окремі результати різко відрізняються за значенням від усіх інших, то їх вилучають з масиви, як промахи. Причиною промахів є недотримання однакових умов у процесі обстеження.

**Ефект спостерігача.** На точності результатів обстеження позначаються професійні знання та уміння дослідника, його особистісні якості. Суб'єктивний фактор виражається у формі несвідомої та свідомої помилок. Несвідомі помилки виникають, головним чином, внаслідок недостатньої теоретичної підготовки до проведення обстеження, невмілого планування, використання суб'єктивних критеріїв оцінки його результатів. У процесі обстеження інколи допускаються свідомі помилки, коли дослідник спотворює дані, щоб “покращити” результати.

Більш помітним є вплив дослідника на результати обстеження тоді, коли об'єктом вивчення виступають люди. Зазначений вплив стосується як ефекту присутності дослідника, так і його упередженого ставлення до об'єктів вивчення.

*Вплив присутності дослідника на обстежуваних.* Дуже ймовірно, що присутність дослідника супроводжується послабленням уваги обстежуваних до завдань, які виконуються. З цієї причини доцільно заздалегідь познайомити залучених до дослідження з дослідником. У зв'язку з цим дослідник проводить у класі 4 – 5 днів, щоб учні звикли до його присутності, і тільки після цього розпочинає систематичні обстеження.

Поведінка тих, кого обстежують, може зазнавати впливу з боку цілей дослідження. Уявімо, що дослідник цікавиться, чи учителі ставлять високого рівня складності запитання в процесі класних дискусій. Якщо учителі обізнані з тим, що дослідник ставить за мету спостерігати, вони можуть проявляти тенденцію задавати більше складних запитань, ніж звикло, таким чином спотворюючи реальну картину типової класної дискусії. Тому багато дослідників погоджуються з тим, що учасникам дослідження не варто повідомляти мету дослідження до тих пір, поки не буде завершено процес збору даних. У таких випадках дослідник зустрічається з учасниками обстеження до його початку і повідомляє їх про те, що їм не бажано знати мету дослідження до збору необхідних даних, оскільки це може негативно позначитися на точності отриманих результатів. Після завершення збору даних дослідник повідомляє бажаним мету дослідження та отримані результати.

*Упередження дослідника.* Деякі ідеї дослідника можуть упереджувати те, що він бачить і чує. І немає значення, наскільки дослідник прагне бути неупередженим, бо деяка частка упередженості завжди присутня у результатах його спостережень та опитувань. Ніхто не може повністю бути об'єктивним, оскільки наш попередній досвід певною мірою визначає, як ми бачимо світ і людей у ньому. Тим не менше, дослідник повинен робити усе можливе, щоб знати про свої упередженості і контролювати їх.

Із зазначеним вище пов'язана проблема очікування дослідника. Якщо дослідник знає, що він спостерігає за суб'єктом, якому притаманні певні характеристики, він може очікувати відповідні прояви поведінки, які можуть не співпадати з їх природною поведінкою. У зв'язку з цим аудіо - і відеозаписи є дуже цінними, оскільки вони дозволяють дослідникові зіставити власні спостереження з оцінкою інших дослідників.

*Надійність різних дослідників.* Якщо до дослідження залучаються різні дослідники, проблема надійності засобу обстеження поглиблюється. Люди відомі своєю непостійністю. Вони мріють, неправильно інтерпретують, стом-

люються від монотонної роботи. Тому бажано, щоб спостереження, опитування чи перевірку виконаної роботи проводила одна особа (експериментатор) на основі чітко встановлених критеріїв. Якщо експериментаторів декілька, то використовують запитання (завдання) з фіксованими відповідями.

**Коректність результатів обстеження.** Загалом використання будь-якого засобу обстеження певною мірою спотворює процес природного протікання освітнього явища чи процесу.

При цьому потрібно зазначити, що провести коректне обстеження об'єктів вивчення у дослідженні освітніх явищ і процесів важко. Насамперед в освітніх явищах об'єкти вивчення піддаються впливу великої кількості факторів й ізолювати їх від такої дії практично не можливо. З іншого боку, об'єкти вивчення у педагогічних дослідженнях не бувають тотожними чи однорідними. Найскладніше у процесі обстеження об'єктів вивчення контролювати змінні фактори, які суттєво пов'язані з тими, що описують досліджуване явище. Як наслідок, значення досліджуваної характеристики, одержані з залученням окремого учня, учителя, адміністратора тощо, не можна використовувати для обґрунтування загальних висновків. Висновки у педагогічних дослідженнях виводяться переважно на основі використання масиву даних. Більше того, масив повинен бути достатнього об'єму для того, щоб одержані дані не видавались випадковими.

Фундаментальна проблема у дослідженні освітніх явищ концентрується довкола міри впевненості, яку дослідник може гарантувати тому, що він бачить чи чує. Іншими словами, як дослідник може впевнитися, що він не вводиться в оману. У педагогічних дослідженнях багато залежить від орієнтації дослідника. Усі дослідники мають певні упередження. Тому різні дослідники бачать одні і ті ж речі по-різному. Як наслідок, у педагогічних дослідженнях використовується велика кількість технік, щоб переконати дослідника, що те, що він бачить чи чує, насправді має місце:

- Використання різних засобів у процесі збору даних. Коли висновок підтримується даними, отриманими від різних джерел, його валідність у зв'язку з цим підвищується.
- Зіставлення описів об'єктів вивчення. Розбіжності в описах можуть означати, що дані не валідні.
- Запис запитань, що пропонуються дослідником, на додаток до відповідей, які він отримує.
- Запис власних думок, як тільки вони з'являються стосовно спостережень чи опитувань. Відповіді, які видаються незвичними чи некоректними, мають бути помічені і звірені з іншими ремарками чи спостереженнями.
- Документування джерел ремарок, як тільки це можливо. Це допомагає дослідникам побачити сенс у коментарях, які інакше могли би видатися надуречними.
- Документування основ для висновків, які робить дослідник.
- Опис контексту, в якому задаються запитання і спостерігаються ситуації.
- Використання аудіо- і відеоматеріалів, коли доцільно.
- Формулювання висновків, заснованих на розумінні ситуації, яка спостерігається, і здійснення дій на підставі зроблених висновків.
- Опитування індивідів більше, ніж один раз. Непостійність з часом, з якою один і той же індивід рапортує, може бути підставою для того, щоб вважати його ненадійним інформантом.
- Спостереження ситуації впродовж певного відрізка часу. Тривалість спостереження є винятково важливою в дослідженнях. Незмінність з часом того, що дослідник бачить чи чує, є строгим доказом надійності. Це важливо ще й з тих міркувань, що деякі ознаки індивіда чи групи з'являються лише після певного відрізка часу проведення дослідження, коли члени групи чи окремі індивіди стають дружними з дослідником і довіряють йому.

- Черговий фактор, що позначається на коректності обстеження об'єктів вивчення у процесі дослідження освітніх явищ, пов'язаний з притаманною їм динамічною єдністю статистичних і детермінантних закономірностей. У певних аспектах і на певних відрізках часу соціальні процеси цілком передбачувані. Проте може трапитися, що на даному відрізку часу процес протікає аномально. Наприклад, цілком можливо, що надійно встановлений статистичний зв'язок між умовами організації праці і продуктивністю праці не виявляється в даному конкретному колективі з причин незвичного трудового піднесення його членів. Тому пропонується, використовуючи для реєстрації первинних характеристик шкальні процедури, вдаватися до побудови динамічних стохастичних моделей на основі “сценаріїв” можливого розвитку певних соціальних процесів. Такі сценарії прогнозуються для різних часових інтервалів, наприклад, початкової і завершуючої стадій, які можуть бути суттєво різними за складом факторів, що беруть участь і за характером зв'язків між ними.

### **Запитання**

- \* *Чи можливе невалідне використання валідного засобу обстеження?*
- \* *Що таке систематична похибка обстеження?*
- \* *Чому встановлюють граничні допустимі умови використання засобу обстеження?*
- \* *Що таке точність вимірювання?*
- \* *Що таке випадкова похибка обстеження і які причини її зумовлюють?*
- \* *Як одержують функцію розподілу густини ймовірності?*
- \* *Що таке математичне очікування істинного значення вимірюваної величини і що приймають за його оцінку?*
- \* *Що таке дисперсія і середнє квадратичне відхилення?*
- \* *Які висновки може зробити дослідник на основі порівняння систематичної і випадкової похибок вимірювання певної величини?*
- \* *В яких межах знаходиться істинне значення вимірюваної величини?*
- \* *Як визначають похибку у випадку прямих вимірювань?*
- \* *Як визначають похибку у випадку непрямих вимірювань?*

*\* Які фактори стоять на заваді проведення коректного педагогічного дослідження?*

*\* Про що повинен потурбуватися дослідник у першу чергу, якщо він хоче виконати коректне педагогічне дослідження?*

*\* Що таке абсолютна похибка вимірювання?*

*\* Що таке відносна похибка вимірювання?*

### **Завдання**

*\* Проілюструйте способи зменшення впливу сторонніх факторів на результат обстеження.*

*\* Проілюструйте вплив присутності спостерігача на результат обстеження.*

*\* Проілюструйте вплив упередженості спостерігача на результат обстеження.*

*\* Назвіть причини систематичної похибки обстеження.*

*\* Проілюструйте технологію виявлення систематичної похибки засобу обстеження.*

*\* Розкрийте зміст похибки окремого вимірювання та похибки середнього значення декількох вимірювань.*

*\* Розкрийте зміст середньої квадратичної, ймовірної та середньої похибки.*

## **ГЛАВА 4. МЕТОДИ ЗБОРУ, ОПРАЦЮВАННЯ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЕМПІРИЧНИХ ДАНИХ**

### **§ 13. Опрацювання документальних джерел**

**Документальні джерела.** Інформацію, яка стосується досліджуваної характеристики об'єкта вивчення, можна одержати різними шляхами. Один із шляхів – вивчення документальних джерел. Існує декілька підходів до класифікації документальних джерел. Залежно від природи носія зафіксованої інформації документи ділять на паперові, магнітні, оптичні тощо. Залежно від статусу документу їх ділять на офіційні та неофіційні. Офіційні документи мають певну юридичну силу. Неофіційні документи не мають юридичної сили у межах даного правового поля. За походженням документи ділять на первинні і вторинні. Первинні документи складаються на основі безпосереднього обстеження чи реєстрації подій. Вторинні документи є результатом опрацювання, узагальнення чи опису, виконаних на основі первинних документів. Документи можуть бути рукописними, надрукованими чи типографськими, опублікованими чи неопублікованими, призначеними для приватного чи публічного, необмеженого чи обмеженого використання, оригіналами чи копіями.

Документи, що використовуються у педагогічних дослідженнях, – це матеріали, в яких міститься інформація про різні аспекти освітнього процесу



чи його дослідження. Зазначену інформацію знаходимо у звітах, наказах, розпорядженнях, планах роботи, поурочних планах, щоденниках, учнівських зошитах, тестових завданнях, контрольних роботах, журналах обліку успішності, підручниках, навчальних і методичних посібниках, дидактичних матеріалах, журналах реєстрації виданих сертифікатів (свідоцтв, атестатів, дипломів, посвідчень тощо), книгах бухгалтерського обліку, монографіях, збірниках наукових праць, профільних журналах і газетах тощо. Крім зазначеного, нині широко застосовуються у з'ясуванні окремих аспектів навчання і виховання дітей фольклорні джерела (міфи, казки, легенди, пісні, частушки, розповіді) тощо.

У зв'язку з розвитком апаратурних засобів у педагогічних дослідженнях використовують документальні джерела, представлені у звуковій та візуальній формі. Останнім часом у педагогічних дослідженнях все частіше використовують комп'ютерні файли даних, що стосуються стану освітніх систем і включають учнівські оцінки, дані відвідування, перепису, показників шкільного бюджету і т.п.

Типовими прикладами документальних джерел, що використовуються у педагогічних дослідженнях, є: буквар, що використовувався у 17 ст.; щоденник, який вела учителька в 1980-81 н.р.; коментар щодо випуску шкільних облігацій, надрукований в одній з газет; список виданих атестатів про загальну середню освіту, починаючи з 1920-ого року; рапорт керівника обслуговуючого персоналу педагогічному колективу; записи відвідування інспекцією навчальних закладів впродовж останніх 40 років; твори-мініатюри, написані молодшими школярами під час Громадянської війни; тестові оцінки, яких домоглися учні різних регіонів країни у різні відрізки часу; архітектурні плани школи, призначеної для забезпечення реалізації гнучкості навчального плану; магнітофонний запис інтерв'ю міністра освіти; газетне повідомлення про відчайдушність десятикласника у протиборстві з вогнем тощо.

Опубліковану наукову інформацію стосовно розв'язання освітніх проблем знаходимо у літературних джерелах, які утворюють окрему групу документальних джерел. Виокремлюють три типи літературних джерел:

1. Загальні джерела:

- Індеси, в яких зазначаються автор, назва, місце публікації (Current Index to Journals in Education – CIJE; Resources in Education – RiE; Education Index – EI)
- Анотації, в яких вказуються автор, назва, місце публікації і стислий переказ змісту опублікованого матеріалу (Psychological Abstracts – PA; Dissertation Abstracts International – DAI).

2. Первинні джерела: журнальні і газетні статті, в яких автори викладають результати власно виконаних досліджень.

3. Вторинні джерела: публікації, в яких автори описують результати дослідження інших авторів (монографії, різного роду огляди тощо).

Із зазначеного вище робимо висновок про те, що до документальних джерел освітнього процесу можна віднести усі носії інформації, на яких зафіксовано перебіг освітніх явищ та результати їх досліджень, що використовуються у процесі їх подальшого теоретичного чи практичного опрацювання.

Крім документальних джерел, розглядають також документальні залишки. Залишки охоплюють монументи, будівлі, меблі, картини, одяг, обладнання тощо. Прикладом документального залишку є одяг, який носили учні на початку 19 ст. у сільському Поділлі.

**Первинні і вторинні документальні джерела.** В педагогічних дослідженнях дуже важливо відрізнити первинні джерела від вторинних. Первинне джерело – це документ, приготовлений учасником чи прямим свідком події, яка описується, а також публікація оригінального результату дослідження, виконаного його автором. Нижче наводяться приклади первинних джерел: запис інтерв'ю інспектора шкільного округу стосовно проблем, з якими стикається округ; письмові мініатюри, написані учнями, у відповідь на

запитання: *Що тобі найбільше і найменше подобається у школі?*; пісні, написані членами шкільного клубу; письмова оцінка нового дидактичного матеріалу з французької мови, схваленого в окремому шкільному окрузі; фотографія восьмого випускного класу 1930 року; листи, написані українськими школярами, в яких описується шкільна виробнича практика.

Вторинне джерело – це документ, приготовлений індивідом, який не був учасником чи свідком описаної події, але який отримав інформацію про неї від іншої особи чи шляхом опрацювання відповідних первинних джерел. Вторинним джерелом вважається також публікація, в якій описуються результати дослідження, опубліковані раніше. Нижче наводяться приклади вторинних джерел: енциклопедичний опис педагогічних досліджень, проведених за останні 10 років; стаття, в якій узагальнюються погляди Аристотеля на освіту; книга, в якій описується навчальний процес в англійських колоніях впродовж 1970-х років; батьківський опис розмови (свідком якої він не був) між сином і вчителем; учнівський рапорт консультанту, чому його вчитель сказав, що тимчасово звільняє його від занять; посібник з організації педагогічних досліджень.

У педагогічних дослідженнях намагаються використовувати первинні документальні джерела, хоча це не завжди можливо, особливо, коли дослідник ставить за мету дослідити ті події, які мали місце дуже давно, або події, на які з певних міркувань не зверталась особлива увага у той час, коли вони відбувалися.

**Достовірність документальних джерел.** Опрацьовуючи документальні джерела, необхідно пам'ятати, що поміщена в них інформація може бути як достовірною, так і помилковою. Відомо, що інформація, одержана з первинних джерел, достовірніша за інформацію, отриману з вторинних джерел, а записи по гарячих слідах за достовірністю відрізняються від опису тих же подій через деякий проміжок часу. З іншого боку, інформація, що подається в документі, може бути як нейтрально забарвленою, так і упередженою. Як

наслідок, можна більше вірити повідомленням, якщо вони не зачіпають інтереси автора документа, якщо описані події певним чином стосуються автора їх опису, то завжди слід очікувати певної упередженості. Тому мотив та цільова установка автора, умови підготовки документа, ситуація, в якій він діяв, характер його оточення слугують тими факторами, від яких залежить достовірність інформації, що міститься в документах.

Як наслідок, дослідник, який опрацьовує документальні джерела, можливо більше, ніж в інших випадках, має зайняти критичну позицію. Спогади можуть бути записані кимось іншим, а не тією особою, чий підпис значиться на документі. Документальне джерело може стосуватися подій, яких ніколи не було, чи які мали місце в інший час або в іншому місці. Зазначене означає, що документ міг бути підробленим, а інформація в ньому сфальсифікованою. Тому, приступаючи до опрацювання документального джерела, важливо знати, який метод збору первинних даних використано його автором. Дуже важливо з'ясувати загальну обстановку, в якій готувався документ: чи спонукала вона до об'єктивності чи диктувала спотворення інформації. Варто проаналізувати також наміри, якими керувався автор документа, що дозволяє виявити довільні і мимовільні спотворення. І це далеко не все.

Загалом до будь-якого документа завжди резонно поставити запитання:

- чи підписаний аналізований документ дійсно тією особою, яка позначена;
- чи є інформація, поміщена у документі, правдивою.

Перше запитання відправляє дослідника до зовнішньої експертизи документального джерела, друге – до внутрішньої. Відповідь на перше запитання стосується ідентичності документального джерела, відповідь на друге запитання пов'язана з достовірністю поміщеної в ньому інформації.

*Зовнішня експертиза* відправляє дослідника до походження документів, ним опрацьованих. Досліднику варто знати, чи опрацьовуваний ним документ дійсно належать позначеному автору (авторам). Очевидно, що

сфальсифіковані документи можуть (інколи вони це роблять) вести до помилкових висновків. В оцінці походження документальних джерел потрібно мати відповіді на декілька запитань:

- Хто написав опрацьований документ? Деякі історичні документи спеціально фальсифікуються. Наприклад, стаття, що вважається написаною М.Л.Кінгом, могла насправді бути підготовлена кимось іншим, у кого було живуче прагнення зганьбити його репутацію.

- З якою метою було написано документ? Для кого він був призначений? І чому? Наприклад, кому призначалася доповідна записка, підготовлена шкільним інспектором? З якими намірами готувалася ця записка? Що слугувало мотивом таких намірів?

- Коли було написано документ? Чи є дата, позначена на документі, коректною? Чи могли описані деталі дійсно мати місце впродовж цього часу? Чи жив автор документа у той час? Інколи люди пишуть дату попереднього року в перший день нового року.

- Де було підготовлено документ? Чи могли описані деталі відбуватися в описаному місці? Опис подій сільським учителем, що відбувалися у міській школі, доречно піддати сумніву.

- За яких обставин було підготовлено документ? Чи мали місце обставини, щоб те, що написано, прямо чи вправно готувалось під примусом? Опис дидактичного забезпечення, підготовленого учителями, які працюють на постійній і тимчасовій основі, буде почасти зовсім різним.

- Чи існують різні форми і версії документа? Інколи трапляються дві версії документа з майже ідентичним змістом і тільки ледь помітна відмінність у почерку свідчить про те, що один з них може бути підробкою.

Із сказаного можна зробити висновок, що дослідник, опрацьовуючи документальне джерело, має робити усе, що від нього залежить, щоб переконатися в його ідентичності.

*Внутрішня експертиза.* Як тільки дослідник з'ясував, що опрацьований ним документ ідентичний, він оцінює його достовірність. Зазначена процедура носить назву внутрішньої експертизи. Як бачимо, зовнішня експертиза ставить за мету з'ясувати ідентичність автора документа, внутрішня експертиза стосується його достовірності. Як і у випадку зовнішньої експертизи, дослідник ставить декілька запитань для того, щоб оцінити достовірність змісту документа.

*Стосовно автора документа* він, як правило, ставить запитання:

- Чи брав автор участь у подіях, які він описує? Іншими словами, чи є документ первинним чи вторинним джерелом?

- Чи був автор учасником чи свідком тих подій, які він описує? Загалом ми маємо підстави очікувати, що спостерігач презентує більш відокремлений і широкий погляд на події, ніж учасник подій. Водночас висновки свідків і учасників стосовно одних і тих же подій відрізняються, причому учасники, як правило, описують події більш точно.

- Чи був автор компетентним, щоб описувати події? Чи можна його вважати експертом з тих питань, про які він пише, чи які він обговорює?

- Чи був автор зацікавленим чи нейтральним спостерігачем? Дружина звільненого учителя цілком ймовірно могла б подати спотворену картину його внеску у розвиток освіти.

- Чи мав автор інтерес щодо наслідків описаних подій? Учень, який перебуває у стані постійного конфлікту з учителем, опише його у порівнянні з іншими вчителями більш негативно.

- Чи могла національність, стать, віросповідання, політична приналежність, соціально-економічний статус чи позиція автора позначитися на змісті документа?

*Стосовно змісту документа* запитання, як правило, зводяться до:

- Чи те, про що говорить автор документа, могло відбутися насправді?
- Чи могла описана подія мати місце у той час?

- Чи могла описана подія відбутися у зазначеному місці?
- Чи могли події розвиватися тим шляхом, який зазначено у документі?
- Чи могли люди поступати так, як їх описують? Найбільша небезпека

криється у тому, що людям властиво приписувати цінності, звички тощо свого часу тим, хто жив в описаний період часу. На основі того, що ми знаємо наслідки тих подій, які мали місце у минулому, не можна постулювати, що люди, які жили у той час, могли передбачувати наявні для нас наслідки тих процесів, учасниками чи свідками яких вони були.

- Чи можна на основі мови документа зробити припущення щодо наявності певного упередження? Можливо документ емоційно заряджений чи перекручений іншим чином?

- Чи можна погодитися з кількісними даними документа?

- Чи існують інші версії описаної події? Чи вони презентують різні описи чи інтерпретації того, що відбулося? Варто зазначити однак, що тільки тому, що більшість свідків події погоджуються з тим, що трапилося, ще не означає, що вони завжди праві. Менша кількість поглядів може бути також вірною.

Зазначене вище дозволяє узагальнити, що первинні документальні джерела завжди достовірніші за вторинні. Природно очікувати також, що офіційні документи достовірніші за неофіційні, хоча так буває не завжди. Оцінки подій потенційно володіють меншою достовірністю у порівнянні з їх описом. Зауважимо також, що дослідник не має права вилучати з розгляду документи тільки тому, що в них описуються малоімовірні події. Він повинен визначити, чи могла мати місце подія, навіть, якщо вона є малоімовірною.

**Особливості аналізу документальних джерел.** Аналіз документальних джерел – неодмінна складова будь-якого наукового дослідження. Аналіз документів, як правило, має місце на етапі визначення теми дослідження, формулювання його гіпотези. Водночас, інформація акумульована у документальних джерелах, не рідко доповнює дані спостережень, опитування, тестування.

Загалом аналіз документальних джерел допомагає досліднику:

- сформулювати досліджуване запитання;
- відшукати шляхи пошуку на нього відповіді.

У дослідженні освітніх проблем мають також місце випадки, коли аналіз документальних джерел є основним методом наукового пізнання, що передбачає висунення відповідної гіпотези, її перевірку тощо. Основна складність у роботі з документальними джерелами – уміння їх читати на мові гіпотези дослідження, оскільки вони склалися не для її перевірки. В процесі дослідження нерідко виникають значні труднощі перекладу мови документальних джерел на мову гіпотези, проте, як свідчить досвід, ці труднощі можна побороти, якщо уміло поводитися з дослідницьким матеріалом. Тому, перш ніж аналізувати документальні джерела по суті, дослідник формулює гіпотезу і виконує роботу з пошуку індикаторів (фактів чи ідей) її підтвердження чи спростування.

У відборі необхідних документальних джерел насамперед виходять з доречності наявних матеріалів стосовно проблеми, яка досліджується, записують бібліографічні реквізити джерел, впорядковують дані відповідно до категорій, пов'язаних з проблемою дослідження (у вивченні щоденної діяльності, що мала місце в початковій школі 19 ст., дослідник міг би впорядкувати факти за такими категоріями: навчальні предмети, навчальна діяльність, ігрова діяльність, класні правила), та акумулюють інформацію (важливі факти, цитати, запитання), представлену на носіях різного роду.

В аналізі документальних джерел з досліджуваної проблеми спочатку користуються загальними джерелами, вибирають декілька вторинних і, врешті, звертаються до первинних.

**Якісний аналіз документальних джерел.** У процесі якісного аналізу документальних джерел, наукової літератури, документації навчальних закладів та органів управління освітою тощо, дослідник, як уже зазначалось, формулює



гіпотезу та реєструє факти, що мають відношення до досліджуваного освітнього явища.

Водночас при аналізі літературних джерел у цілому дослідник акцентує увагу на:

- головній ідеї автора, його позиції з досліджуваної проблеми;
- тому, що особливо вдалось автору в дослідженні;
- тому, чим відрізняється його позиція від традиційної, що нового він вніс у вивчення даної проблеми;
- тому, в чому автор полемізує з іншими дослідниками;
- вдалих і невдалих аргументованих автором ідеях;
- ідеях, висновках, рекомендаціях, що викликають заперечення;
- основних аспектах проблеми, що не знайшли відображення в його роботі;
- задачах, які у зв'язку з цим постають для подальшого дослідження даної проблеми.

При аналізі документальних джерел, що відображають досвід роботи навчального закладу, дослідник у цілому виявляє:

- що особливо вдається вчителю здійснити при розв'язанні даної проблеми;
- які труднощі він відчуває при розв'язанні проблеми;
- які типові недоліки притаманні учителям з даної проблеми;
- які головні причини труднощів і недоліків;
- чи досягаються успіхи в роботі раціональними затратами часу вчителів, чи вони пов'язані з їх перевантаженням в якомусь одному напрямі за рахунок інших напрямів діяльності навчального закладу.

**Кількісний аналіз документальних джерел.** У наукових дослідженнях, крім якісного аналізу, широко використовують кількісний аналіз документальних джерел. Кількісний аналіз документів доцільно виконувати тоді, коли вимагається висока міра точності у зіставленні однорідних даних, коли достатньо багато матеріалу, щоб виправдати зусилля, пов'язані з його кількісним

опрацюванням. Кількісний аналіз змісту документального джерела застосовують тільки тоді, коли є певна повторюваність категорій змісту, які відносяться до даної теми. Такий аналіз рекомендується у тих випадках, коли потрібна висока об'єктивність, коли дані для аналізу несистематизовані, наприклад, в інтерв'ю з відкритими запитаннями. До такого аналізу варто звертатися тільки при достатньо репрезентативній вибірці документів. Кількісний аналіз необхідний у тому випадку, коли матеріалу для аналізу так багато, що його не можна охопити без узагальнених оцінок.

Кількісний аналіз (квантифікація) документальних джерел здійснюється за допомогою спеціальної процедури, що носить назву контент-аналізу. Контент-аналіз – це якісно-кількісний метод вивчення документів, який характеризується об'єктивністю висновків і строгістю процедури та полягає у квантифікаційному опрацюванні документальних джерел з подальшою інтерпретацією результатів. Контент-аналіз – це трансформація у кількісні показники інформації, що міститься в документі, з наступним її статистичним опрацюванням. Контент-аналіз – кількісний аналіз документального джерела з метою подальшої змістової інтерпретації виявлених числових закономірностей. Слід зазначити, що контент-аналіз можна застосовувати до документальних джерел різного типу, проте найчастіше зазначена аналітична процедура використовується у випадку текстових документів.

Основна ідея контент-аналізу у цьому випадку проста і наочна. При сприйманні тексту і, особливо, великих текстових масивів, ми відчуваємо, що різні формальні і змістові компоненти представлені у них різною мірою, причому ця міра хоча б частково піддається підрахунку. Зазначеною мірою слугує місце, яке вони займають у загальному об'ємі, і частота, з якою вони зустрічаються. *Червоною ниткою статті А є тема Х, В постійно звертається у своєму виступі до теми Y* – ці вирази, кількість яких можна легко збільшити, засвідчують усвідомлення нами наявності в інформаційному

поточі деяких тем, образів, посилань, оцінок, тверджень, аргументів, формальних конструкцій, імен і т.д., що повторюються.

Ідея контент-аналізу полягає у тому, щоб систематизувати ці інтуїтивні відчуття, розробити методіку цілеспрямованого збору тих текстових свідчень, на яких зазначені відчуття ґрунтуються. При цьому вважається, що дослідник, озброєний такою методікою, зможе не тільки упорядкувати свої відчуття і зробити власні висновки більш обґрунтованими, але й дізнатися з тексту більше, ніж хотів сказати його автор. Повторення у тексті певних тем, використання деяких характерних формальних елементів тощо можуть не усвідомлюватися автором, але виявлятися і певним чином інтерпретуватися дослідником.

Контент-аналіз – це метод, що передбачає кількісну оцінку тексту (чи виокремлених його компонентів), яка може доповнюватися також різними якісними класифікаціями і виявленням певних структурних закономірностей. Тому найбільш вдалим визначенням контент-аналізу можна вважати його отожднення з систематичним кількісним опрацюванням, оцінкою та інтерпретацією форми і змісту документального джерела. З точки зору лінгвістів і спеціалістів з інформатики, контент-аналіз є типовим прикладом інформаційного аналізу тексту, що зводиться до виокремлення в інформації, що міститься у ньому, певних спеціальних компонентів, що цікавлять дослідника, і представлення їх у формі, зручній для наступного аналізу.

Історично контент-аналіз – найбільш ранній систематичний підхід до вивчення тексту. Першим, яке згадується у літературі, контент-аналізом є дослідження (виконане у Швеції у 18 ст.) збірника 90 церковних гімнів, що пройшли державну цензуру і здобули велику популярність, але звинувачених у невідповідності релігійним догматам. Наявність чи відсутність такої відповідності визначалась шляхом підрахунку у цих гімнах релігійних символів і порівняння їх з іншими релігійними текстами.

Наприкінці 19 ст. – на початку 20 ст. у США з'явилися перші контент-аналітичні дослідження текстів масової інформації. Їх мотив доволі очікуваний – автори задавались метою продемонструвати “жовтіння” тодішньої нью-йоркської преси. У 30-х – 40-х рр. 20 ст. були виконані дослідження, що визнаються нині класикою контент-аналізу. Під час Другої світової війни на основі контент-аналізу внутрішніх пропагандистських кампаній було передбачено використання Німеччиною крилатих ракет “Фау-1” і балістичних ракет “Фау-2” проти Великобританії.

Починаючи з 50-х рр. 20 ст. контент-аналіз як дослідницький метод, активно використовується практично у всіх наукових галузях, що практикують вивчення текстових джерел, – у теорії масових комунікацій, соціології, політології, історії, культурології, психології, педагогіці тощо. При цьому найбільш широке розповсюдження контент-аналіз отримав у дослідженні проблем масової комунікації, політології і соціології.

Контент-аналіз текстового масиву займає особливе місце з тієї причини, що є найбільш технологічним і через це найбільш придатним для систематичного моніторингу великих інформаційних потоків. Крім цього, контент-аналіз достатньо гнучкий для того, щоб у його рамки можна було вписати різноманіття досліджень. Врешті, будучи кількісним методом і маючи при цьому якісну складову, контент-аналіз піддається формалізації і комп'ютеризації.

Основою контент-аналізу є підрахунок виокремлених компонентів у інформаційному масиві, що аналізується, який доповнюється виявленням їх статистичних взаємозв'язків та аналізом структурних зв'язків між ними, а також забезпеченням їх певними кількісними чи якісними характеристиками. Зрозуміло, що головна передумова контент-аналізу – це з'ясування того, що рахувати, іншими словами, визначення одиниці аналізу.

Зазначені одиниці залежно від мети аналізу, типу інформаційного масиву, а також низки додаткових причин можуть бути дуже різноманітними. До них

висуваються дві природні, але важко поєднувані вимоги. З одного боку, вони повинні легко і однозначно ідентифікуватися у тексті; в ідеалі хотілось би, щоб їх виявлення було алгоритмізованим. Зрозуміло, що такій вимозі найкраще відповідають формальні елементи тексту чи елементи, що мають чітко виражені і однозначні формальні відповідності, наприклад, слова. З іншого боку, від одиниць контент-аналізу часто вимагається деяка суб'єктивна і залежна від контексту значущість, що робить їх розподіл і динаміку такого розподілу діагностичними для виявлення змін в індивідуальній і суспільній свідомості, системах переконань і т.д. – іншими словами, одиниці мають бути доцільними з точки зору наступної (політологічної, культурологічної, соціологічної, педагогічної тощо) інтерпретації. Між тим, такі одиниці (наприклад, теми) носять власне змістовий характер і використання їх у тексті може здійснюватися багатьма різними способами. Як наслідок, їх ідентифікація у загальному випадку передбачає семантичний аналіз тексту, проблема автоматизації якого, не зважаючи на багаторічні зусилля лінгвістів і програмістів, далека від розв'язання.

У контент-аналізі немає нічого такого, що перешкоджало би його застосуванню при вивченні окремого тексту; більше того, приклади такого застосування відомі. Тим не менше, існує низка причин того, що об'єктом контент-аналітичних досліджень переважно виступає не окремий текст, нехай навіть великий за об'ємом, а інформаційний масив чи інформаційний потік, що складається з великої кількості текстів. По-перше, статистичні закономірності проявляються тим чіткіше, чим більший об'єм вибірки. По-друге, більшість цілей контент-аналізу спрямовують його до порівняння; аналітиків частіше за все цікавлять не одноразові зрізи, а динаміка змін, а якщо і зрізи, то строкаті, що відображають, наприклад, різні засоби масової інформації чи свідомість різних соціальних груп. Врешті, за різноманітності одиниць контент-аналізу найбільш популярними видаються макроодиниці: теми, проблеми, пропозиції, образи та ідеологеми. Таких в окремо взятих текстах і, особливо, не великих за

об'ємом текстах переважно не багато, тому оцінити їх динаміку можна лише на великому часовому проміжку або при широкому горизонтальному зіставленні.

Таким чином, контент-аналіз, як правило, передбачає вивчення великих інформаційних масивів. Його відносна дешевизна і технологічність роблять це принципово можливим. Тому не доводиться дивуватися, що в історії контент-аналізу мають місце такі проекти, як аналіз 427 шкільних підручників, 481 приватної розмови, 1000 годин телевізійного часу, 4022 рекламних слоганів, 8039 редакційних статей, 15000 персонажів.

Поява контент-аналізу викликана необхідністю об'єктивного, порівняно незалежного від суб'єктивного фактора дослідження документальних джерел. Суть контент-аналізу полягає перш за все у тому, що особисті враження дослідника замінює об'єктивна процедура формалізації і квантифікації тексту. У ході цієї процедури зміст розчленовується і підраховується кількість одиниць аналізу, які визначив сам дослідник (у цьому полягає якісний момент у контент-аналізі). Як бачимо, контент-аналіз відрізняється об'єктивністю, строгістю, системністю і квантифікацією дослідження документальних джерел.

Предметом контент-аналізу можуть бути як проблеми соціальної дійсності, котрі висловлюються чи, навпаки, приховуються у документах, так і внутрішні закономірності документального джерела. З його допомогою можна досліджувати зміст документу для того, щоб з'ясувати закономірності його побудови та ін. У процесі контент-аналітичного дослідження можна вивчати соціальне середовище, в якому створювався документ. Слід вказати, що дослідження позатекстової реальності не вичерпує можливостей контент-аналізу.

Можливості контент-аналізу насправді дуже великі. З його допомогою можна розглядати весь комплекс проблем, пов'язаних зі створенням та сприйманням документальних джерел. Контент-аналіз розвинувся у соціологічний метод вивчення документів, з його допомогою можна розкривати не тільки експліцитний, але й імпліцитний зміст інформації. Контент-аналіз можна за-

стосовувати, як уже зазначалось, не лише до текстових, а й до будь-яких інших документальних джерел, що, до речі, з успіхом роблять археологи. Предметом дослідження може бути будь-яка проблема, яку висвітлює чи, навпаки, оминає увагою документ. Як наслідок, з допомогою контент-аналізу можна досліджувати соціальну дійсність. Але це не вичерпує можливостей контент-аналізу. З його допомогою також можна з успіхом вивчати внутрішню структуру самого документа, проблему його авторства, досліджувати закономірності його побудови.

Не можна погодитися з думкою тих учених, які вважають висновки досліджень документальних джерел ненадійними і відкидають їх як єдине джерело інформації. У багатьох науках, зокрема в археології, саме документи виступають єдиним джерелом інформації, і це, звичайно, аж ніяк не може підірвати довіри до висновків археологічних досліджень.

Викликає подив твердження деяких учених, що статистичні методи можуть використовуватися тільки як допоміжний інструмент поряд з традиційними методами, що контент-аналіз, скажімо, мало ефективний у дослідженні впливу змісту повідомлень на аудиторію, оскільки цей вплив визначається в основному суб'єктивними і ситуативними факторами сприймання даної інформації.

Деякі дослідники роблять наголос на кількісному аспекті контент-аналізу. Вони вважають, що контент-аналіз – це трансформація у кількісні показники текстової (чи іншої) інформації. А його суть полягає в підрахунку того, як репрезентуються в інформаційному масиві смислові одиниці, котрі цікавлять дослідника. У цих визначеннях вбачається погляд на контент-аналіз як на суто розрахункову техніку чи другорядний метод, заснований тільки на підрахункових операціях. Але контент-аналіз є самостійним якісно-кількісним методом, за допомогою якого можна здійснювати дослідження документа від вибору одиниць аналізу до інтерпретації результатів. Контент-аналіз – не техніка, тобто сукупність спеціальних прийомів для ефективного використання ві-

дповідних методів, і не різновид методу, а самостійний метод дослідження, тобто спосіб наукового пізнання. За допомогою контент-аналізу можна здійснити повний цикл дослідження будь-якого документального джерела, він докорінно відрізняється від інших методів дослідження документів і являє собою самостійний шлях наукового дослідження, тобто метод.

Насправді контент-аналіз приніс у методи аналізу документів квантифікацію, розкрив зв'язок між змістовими і кількісними характеристиками інформації. Значення контент-аналізу полягає в тому, що з його допомогою можна об'єктивно, повно і достовірно досліджувати широке коло питань, пов'язаних з документами, причому повнота розгляду питання залежить тільки від завдань дослідження, від того, наскільки ґрунтовно обрано одиниці аналізу.

За допомогою контент-аналізу можна досліджувати будь-який документ чи їх сукупність з метою вивчення як закономірностей внутрішньої побудови документа, так і того, що його породило, і для чого він призначений. Загалом можна зазначити, що нині жодне дослідження документального джерела не можна здійснити без застосування методу контент-аналізу. Цей метод продовжує розвиватися і поєднує можливості якісних методів з перевагами формалізованого, квантифікованого аналізу. Один із засновників і теоретик контент-аналізу Г. Лассуелл вважав, що головний принцип контент-аналізу – розчленити, певним чином анатомувати суцільний масив тексту так, щоб найдрібніша одиниця аналізу несла у собі якості цілого.

Контент-аналіз – це кількісно-якісний метод дослідження документальних джерел. При дослідженні документальних джерел має значення не тільки те, яка частота появи виокремленої одиниці аналізу, а й те, присутня вона у досліджуваному тексті чи ні. Таким чином, у контент-аналізі якісним є не тільки момент вибору категорій і одиниць аналізу, а й весь процес аналізу. Кількісний і якісний аспекти контент-аналізу доповнюють один одного. Кількісний підрахунок дозволяє зробити об'єктивні висновки щодо спрямованості матеріалів за кількістю уживань одиниць аналізу в досліджуваних текстах,



якісний аналіз робить те саме, але внаслідок вивчення того, чи зустрічається (і в якому контексті) оригінальна категорія взагалі.

При тому, що контент-аналіз у своїй основі є кількісним методом, у ньому майже завжди присутня якісна складова. Це справедливо постільки, оскільки одиниці контент-аналізу частіше за все є змістовими і їх виокремлення будується на семантичних критеріях; багато одиниць аналізу являють собою узагальнені категорії. Іншими словами, контент-аналітик займається кількісним аналізом якісних категорій. До того ж, у багатьох контент-аналітичних проектах здійснюється не тільки оцінка частоти появи у тексті певних одиниць, але й одночасна оцінка цих одиниць за певними якісними шкалами.

Для того, щоб можна було ефективно застосувати контент-аналіз документального джерела, необхідно, щоб досліджуваний зміст дозволив задати однозначне правило для надійної фіксації потрібних характеристик (принцип формалізації), а також, щоб елементи змісту зустрічались з достатньою частотою (принцип статистичної значущості).

Серед вимог до контент-аналізу, як правило, насамперед виокремлюють об'єктивність. Контент-аналіз має проводитися за строго виробленими правилами, його категорії та одиниці мають бути однозначними, щоб будь-який дослідник на тому самому об'єкті дійшов тих самих висновків, що і його попередники. Ця вимога – одна із основних у контент-аналізі. Щоб її дотриматись, перекладають аналізований матеріал на мову гіпотези у таких одиницях, які дозволяють точно описати і квантифікувати текст. Це ставить перед дослідником дуже важливу проблему вибору категорій, одиниць аналізу та підрахунку. Крім того, до контент-аналізу висувається вимога систематичності, що означає упорядкування змісту документального джерела через категорії, які обираються залежно від мети дослідження, і жодна частина документа не повинна випасти із аналізу. Наступна вимога – це фіксованість, тобто всі елементи аналізу

мають бути реально присутніми і зафіксованими згідно з методикою аналізу, а не інтерпретованими дослідником.

Для забезпечення об'єктивності контент-аналізу необхідно дотримуватись низки правил:

- Точно визначити об'єктивні кордони тексту, його тип і корелятивні зв'язки з соціальними явищами, що відбиваються у ньому.
- Як одиниці аналізу слід виділяти ознаки тексту – структурні одиниці, репрезентовані стосовно всього тексту і його окремих частин.
- Одиниці аналізу повинні вміщувати ототожнюванні індикатори по всьому тексту.
- Одиниці аналізу повинні бути рекурентними, тобто повторюватись по усьому тексту, а також ототожнюватись певними ознаками, які визначають їх якість.
- Одиниці аналізу та їх ознаки повинні бути зручними для фіксації, підрахунку та порівняння, тобто піддаватися формалізації.

Загалом проведення ефективного контент-аналітичного дослідження можливе за умови вироблення чіткої його процедури, якої усі причетні до дослідження строго дотримуються, що зменшує вплив суб'єктивного фактора на процес аналізу. При цьому в інтерпретації результатів дослідження необхідно враховувати, що висновки контент-аналізу ґрунтуються тільки на тому змісті, який заклали у документ його автори.

Контент-аналіз поділяють на якісний і кількісний. Якісний і кількісний види контент-аналізу розрізняються тим, що у першому випадку фіксується присутність чи відсутність елементів змісту, тоді як у другому випадку розглядається частота присутності цих елементів.

Прямий контент-аналіз передбачає підрахунок одиниць аналізу в тому вигляді, в якому вони подані у тексті. Непрямий контент-аналіз більш тонко інтерпретує те, що подано у змісті документа, тобто у цьому випадку стає на-

явним прихований зміст інформації, причому не тільки як результат якісних процедур, але і як висновок квантифікації.

За ступенем масштабності контент-аналітичні дослідження діляться на мікроаналізи й макроаналізи.

Деякі дослідники поділяють контент-аналіз на пошуковий і контрольний, спрямований і не спрямований.

Крім зазначеного вище, контент-аналітичні дослідження можна поділити на два великих класи: фронтальні і рейдові. Завданням фронтального контент-аналітичного дослідження є формування уявлення про інформаційний потік – або на основі окремого зрізу, або на протязі певного періоду з метою оцінки динаміки. За результатами такого аналізу одержують відповідь на запитання *про що пишуть?* У цьому випадку одиницями аналізу часто виступають ключові слова, рідше оцінки і пропозиції та макроконструктивні одиниці. Такий аналіз переважно носить прикладний характер і ведеться у режимі моніторингу. Оскільки його метою є вироблення загального уявлення про зміст засобів масової інформації і через нього – про суспільну свідомість, він в ідеалі прагне до широкого охоплення інформаційного потоку. На практиці частіше за все повне охоплення не можливе, але воно й не потрібне. Тож, у контент-аналізі постає проблема утворення репрезентативної вибірки – традиційна проблема емпіричного дослідження, яка за невдалого розв'язання може цілком дескредитувати його результати. Рейдовий аналіз, на відміну від фронтального, орієнтується на розв'язання часткових, часом досить екзотичних задач, що витікають з певних швидше дослідницьких, ніж прикладних інтересів. Утворення вибірки у цьому випадку здійснюється з урахуванням стандартних критеріїв, які можна дещо порушувати. Важливо, щоб факт порушення усвідомлювався і необхідність порушення певним чином обґрунтовувалась.

За процедурними моментами виділяють 6 видів аналізу тексту: підрахунок символів; класифікація символів за відношенням автора до про-

блеми на позитивні і негативні; аналіз за елементами (головними і другорядними); серійний аналіз (між усіма матеріалами на цю тему); тематичний аналіз; структурний аналіз (взаємовідносини тем у матеріалі: вони можуть бути взаємодоповнюючі (ворог жорсткий, ми милосердні); об'єднані (ворог жорсткий, підступний, агресивний); суперечливі – коли цілі пересікаються (ворог сильний, отже ми сильні чи ми слабкі). Структурний контент-аналіз обумовлений тим, що деякі елементи неможливо підрахувати, не звертаючи уваги на загальний контекст, на їх зв'язок з іншими елементами тексту. У загальних рисах це означає, що одиниця аналізу *A* одержує свою інтерпретацію залежно від того, який термін її супроводжує – *B* чи *C*.

Як бачимо, контент-аналіз не зводиться до звичайного читання текстового матеріалу і зіставлення різних його частин. Він полягає у тому, що дослідник з великої кількості документів вибирає потрібні, аналізує їх і робить певні висновки. При застосуванні цього методу важливо вибрати одиницю аналізу, певний факт чи сукупність фактів.

Різноманітність одиниць контент-аналізу практично безмежна, проте серед них можна виділити кілька типів. Класифікація, що наводиться нижче, побудована з урахуванням підходу К. Кріппендорфа.

*1. Фізичні одиниці.* Під такими розуміють сутності з чітко окресленими фізичними, геометричними чи часовими межами, як, наприклад, примірники книг, номери газет, екземпляри плакатів, листівок, фотографій тощо. Ідентифікація і підрахунок таких одиниць не видаються важкими, проте необхідність у такому підрахунку виникає досить рідко; підрахунок, скажімо, листівок часто здійснюється з метою оцінки репрезентативності певної тематики, що передбачає реальне використання одиниці іншого типу.

*2. Структурно-семіотичні одиниці.* Під такими розуміють основні елементи семіотичних систем. Це – лексика (слова, що фіксуються у словниках) і граматичні показники (заперечувальні частки, дієслівні іменники тощо) мови.

Кількісний підрахунок появи слів у тексті – найбільш простий варіант контент-аналізу. Частіше за все підраховуються слова і словосполучення, наприклад, назви ціннісних категорій: *свобода, стабільність, довіра, територіальна цілісність*; сценаріїв: *зрада, розчарування*; суспільно значущих явищ: *корупція, злочинність, тероризм*; значущих атрибутів: *жорсткий, рішучий*; емоційно забарвленої оцінної лексики: *руйнівний, нестримний, підлий, кошмарний, людиноненависний*; слів-паролів (теж часто емоційно забарвлених): *патріоти, комунофашисти*; слів, сильно активізованих у конкретний момент часу (на початку осені 1999 р): *сім'я, мабетекс*.

Контент-аналіз граматичних категорій являє собою досить рідке дослідницьке починання, стимулом до якого є гіпотеза про те, що вживання граматичних форм меншою мірою, ніж використання лексики, контролюється автором тексту і тому може слугувати джерелом таких відомостей про нього, які він не мав наміру робити доступними для читачів.

У політичній психології існує спеціальна дослідницька методика (аналіз когнітивної складності), яка на основі контент-аналітичної процедури дозволяє робити висновки про те, наскільки простим чи, навпаки, складним є бачення політичної ситуації автором тексту, і як воно змінюється з часом. Одиницями контент-аналізу, що лежить в основі оцінки когнітивної складності, є, наприклад: категоричні квантифікатори (*завжди, будь-який*), яким протистоять квантифікатори (*іноді, деякий*); категоричні оцінки істинності (*однозначно*) на противагу обережним (*можливо*); мовні засоби диференційованого розгляду ситуації (*з одного боку ... з іншого боку*); апелювання до *взаємодії, балансу, компромісу* тощо.

Відомі приклади контент-аналізу з використанням чисто граматичних засобів, наприклад, дослідження співвідношення дієслівних форм, що позначають процес і результат, дослідження номіналізованих (*побудова, підсилення* тощо) конструкцій і т. ін.

Оскільки об'єктами контент-аналізу можуть бути не тільки вербальні, але й інші документальних джерел (карикатури, фотографії, рекламні кліпи тощо), постільки семіотичними одиницями аналізу можуть слугувати візуальні і звукові образи і символи, які аналізуються на тих же засадах, що й одиниці мови.

*3. Понятійно-тематичні одиниці.* У більшості випадків контент-аналітик цікавиться не словами і граматичними категоріями, а прихованими за словами значущими для нього поняттями, темами, проблемами – іншими словами, тим, що можна назвати понятійно-тематичними одиницями.

Дослідник, який цікавиться тим, яке місце у суспільній свідомості займає, скажімо, проблема злочинності, зобов'язаний брати до уваги не тільки наявність в аналізованому інформаційному масиві слова *злочинність*, але й апелювання до *замовних* та інших *убивств, даху, братків, авторитетів, влади криміналу* тощо.

*4. Референціальні одиниці.* До референціальних одиниць відносяться позначення конкретних індивідів, подій, міст, країн, організацій тощо. Цей блок, зокрема у частині персоналій, дуже важливий і діагностичний, оскільки дозволяє визначати особистісні рейтинги і, що не менш важливо, оцінювати ідеологічні системи з точки зору присутніх у них референтних фігур.

*5. Квазіреференціальні одиниці.* Квазіреференціальні одиниці у текстах частіше за все передаються позначеннями різного роду “сил” – колективних акторів сцени, референція яких може коливатися від реальної (КПУ) через узагальнену (комуністи) до відверто міфологізованої (світова закуліса). Незалежно від своєї референції усі ці персонажі присутні в ідеологічному просторі, їм можуть приписуватися дії та оцінки, і відношення до них є немаловажним політико-ідеологічним фактором. Грань між квазіреференціальними і деякими типами понятійно-тематичних одиниць розмита через те, що окремі поняття здатні, навіть, схильні до метафоричної персоніфікації.

6. *Пропозиціональні одиниці*. Прикладом пропозиціональної одиниці є висловлювання: *Карфаген має бути зруйнований*.

7. *Оціночні одиниці*. Для контент-аналізу можуть представляти інтерес оцінки: *Це дуже небезпечне рішення*. З логічної точки зору останні відрізняються від пропозицій, проте для цілей контент-аналізу як пропозиція, так і оцінка можуть розглядатися як зв'язування деякого об'єкта з певним атрибутом. Вивчення динаміки оціночних суджень, що висловлюються на адресу певних осіб, подій, інститутів, – досить поширений тип контент-аналітичного дослідження.

6. *Макроструктурні одиниці*. Під макроструктурними одиницями розуміють складні понятійні конструкції, що утворюють “верхні поверхи” людських уявлень про світ. Ці конструкції, як правило, носять характер сценаріїв і описують стереотипні моделі розвитку, з якими пов'язані очікування майбутнього, міркування про минуле, емоційні асоціації і т.д. Часто ці конструкції мають літературні чи фольклорні прототипи, що відображається у їхніх назвах. Для позначення таких конструкцій часто використовують термін “ідеологема”; у різних дисциплінах ведуть мову також про міфологеми, кочівні образи і т.д. Серед таких конструкцій, притаманних нашому суспільству, можна назвати: *оргія корупції, кримінальна революція, конверсія влади* та ін. Деякі ще не давно значущі ідеологеми (*боротьба за владу, природний розпад, тотальна некомпетентність*) за останні роки з різних причин вийшли з фокусу уваги засобів масової інформації і частково населення.

7. *Концептуальні одиниці*. Таких доволі багато, проте найбільший інтерес для контент-аналізу представляють приклади, аналогії й метафори. Деякі метафори активно використовуються у політичних текстах, і їх використання вважається діагностичним для характеристики як індивідуальної свідомості автора тексту, так і стану суспільної свідомості. Наприклад, у політичних текстах метафора *Політичне протистояння – це війна* проявляється у таких вира-

зах як війна з бідністю, атака зі сторони опозиції, розгромна публікація і т.д. При використанні такої метафори політичне протистояння незалежно від того, у якій формі воно ведеться, сприймається як війна, що може, до речі, мати наслідки і для реальних форм політичної взаємодії.

Не менш діагностичним може бути дослідження динаміки прикладів і аналогій.

8. *Художні одиниці.* Під такими мають на увазі засоби художньої виразності, що допускають кількісні вимірювання, – каламбури, алітерації і т.п.

Загалом різним методикам проведення контент-аналізу притаманні спільні риси: предметом вивчення у будь-якому випадку слугує документальне джерело, процедура дослідження включає як якісні, так і кількісні аспекти.

Перш, ніж аналізувати текст документу, дослідник визначає категорії аналізу, що є у тексті і відповідають тим дефініціям та їх емпіричним індикаторам, які зафіксовані у програмі дослідження. При цьому доречно уникнути крайностей. Якщо в якості категорії аналізу будуть прийняті надто загальні поняття, то це спровокує поверховість аналізу тексту, не дозволить заглибитися у його зміст. Якщо категорії аналізу будуть гранично конкретні, то їх виявиться надто багато, що приведе не до аналізу тексту, а до його скороченого повторення. Потрібно знайти золоту середину і домогтися того, щоб категорії аналізу були:

- доречними, тобто відповідали розв'язанню дослідницької проблеми;
- вичерпними, тобто достатньо повно відображали смисл основних понять дослідження;
- взаємовиключаючими (один і той же зміст не може входити у різні одиниці в однаковому об'ємі);
- надійними, тобто такими, які не викликають непорозумінь між дослідниками з приводу того, що варто відносити до певної одиниці у процесі аналізу документу.



Після визначення системи категорій аналізу вибираються відповідні одиниці аналізу тексту. За одиницю аналізу тексту можна взяти слово, речення, тему, ідею, автора, персонаж, соціальну ситуацію, частину тексту, об'єднану тим, що відповідає категорії аналізу. Коли контент-аналіз виступає єдиним методом інформації, оперують не однією, а декількома одиницями аналізу.

Потім вибирається одиниця підрахунку, тобто кількісна міра одиниці аналізу, що дозволяє реєструвати частоту появи ознаки категорії аналізу у тексті. Одиницями підрахунку можуть бути кількість знаків, слів, рядків, абзаців, авторських аркушів, площа тексту тощо.

Таким чином, до основних процедур контент-аналізу після визначення його категорій відносяться:

1. Вибір одиниць контент-аналізу, якими можуть бути:

а) поняття, виражені окремими термінами (Очевидно, що аналіз тексту за змістом понять несе немало важливої інформації. Аналогічно можна сказати про частоту використання тих чи інших понять у тексті);

б) теми, виражені у цілих смислових абзацах, частинах текстів, статтях, радіопередачах, телепередачах тощо (Теми (ідеї) та частота їх використання несе ще більше інформації у порівнянні з попереднім випадком);

в) імена, прізвища людей;

г) події, факти і т.п.;

д) смисл апеляцій до конкретного адресата.

2. Виокремлення одиниць підрахунку, які можуть співпадати або не співпадати з одиницями аналізу. Якщо одиниця підрахунку співпадає з одиницею аналізу, то квантифікація зводиться до визначення частоти вживання виділеної смислової одиниці. Якщо одиниця підрахунку не співпадає з одиницею аналізу, то одиницями підрахунку виступають фізична протяжність чи площа текстів, заповнених смисловими одиницями (одиницями аналізу):

кількість рядків, кількість абзаців тощо, тривалість трансляції, довжина плівки тощо, що містять одиницю аналізу, тобто:

- а) фізична протяжність тексту;
- б) площа тексту;
- в) кількість знаків (рядків, абзаців, колонок тексту);
- г) тривалість трансляції по радіо чи ТБ;
- д) метраж плівки при аудіо- і відеозаписах;
- е) кількість рисунків певного змісту і т.д.

3. Підрахунок, який передбачає використання таблиць, комп'ютерних програм, спеціальних формул тощо.

Проведення контент-аналізу вимагає попереднього розроблення:

1. Класифікатора контент-аналізу;
2. Протоколу результатів аналізу (бланк контент-аналізу);
3. Реєстраційної карти або кодувальної матриці;
4. Інструкції досліднику, що безпосередньо займається реєстрацією і кодуванням одиниць підрахунку;
5. Каталогу (списку) проаналізованих документів.

*Класифікатором контент-аналізу* називається таблиця, в яку заносяться усі категорії та одиниці аналізу. Її основне призначення – гранично чітко зафіксувати те, в яких одиницях виражається кожна категорія, що використовується у дослідженні. Класифікатор можна прирівняти до анкети, де категорії аналізу виконують роль запитань, а одиниці аналізу – відповідей. Класифікатор є основним методичним документом контент-аналізу, що визначає зміст усіх інших документів цього методу.

*Протокол контент-аналізу містить:* відомості про документ (його автора, час видання, об'єм тощо); результати аналізу (кількість випадків вживання у ньому певних одиниць аналізу і висновки, що впливають стосовно категорій аналізу). Протоколи заповнюються, як правило, у закодованому вигляді, але не заради збереження таємниці результатів контент-аналізу, а з

доцільності на одному аркуші паперу помістити усю інформацію про документ, щоб зручно було зіставляти контент-аналізи різних документів. Якщо у дослідженні здійснюється контент-аналіз малої кількості документів, то можна обійтись без кодування і заповнювати протоколи у відкрито-змістовому вигляді.

*Реєстраційна карта* являє собою кодуювальну матрицю, в якій фіксується кількість одиниць підрахунку, що характеризують одиниці аналізу. Протокол контент-аналізу документального джерела заповнюється на основі підрахунку даних усіх реєстраційних карт, що відносяться до документу.

Інколи у процесі виконання контент-аналізу припускаються типових помилок:

1. Категорії аналізу не визначені до такої міри, яка дозволяє чітко диференціювати смислові одиниці тексту документу.

2. Категорії аналізу не субординарні і не приведені до відповідності з тими дефініціями і операційними термінами, що зафіксовані у програмі дослідження.

3. Категорії аналізу не зіставні зі смислом і мовою тексту документу.

4. Одиниці аналізу характеризують категорії аналізу лише зовні, а не сутнісно, а тому не дозволяють ідентифікувати зміст документу у повній відповідності до категорій аналізу.

5. Кодування не відповідає програмі математичного опрацювання даних обстеження.

Слід відмітити широке застосування контент-аналізу. Тільки у соціальній психології можна вказати на такі напрями як: реальні соціально-психологічні явища, які відбиті у текстах; соціально-психологічна специфіка засобів комунікації; соціально-психологічні особливості реципієнтів; соціально-психологічні аспекти впливу комунікації на реципієнтів.

Загалом прикладні цілі контент-аналізу перекривають широкий діапазон. Зокрема це: опис тенденцій у зміні комунікативних процесів; опис

відмінностей у змісті комунікативних процесів у різних країнах; порівняння різних засобів масової інформації; виявлення використовуваних пропагандистських прийомів; визначення намірів та інших характеристик учасників комунікації; визначення психологічного стану індивідів і груп; виявлення установок, інтересів і цінностей різних груп населення і суспільних інститутів; визначення фокусів уваги індивідів, груп і соціальних інститутів тощо.

Контент-аналіз широко використовується в аналізі відповідей на відкриті запитання анкет, матеріалів спостережень, результатів психологічного тестування (зокрема у проєктивних методиках), результатів використання методу фокус-груп.

Контент-аналіз можна використовувати для обстеження більшої частини документальних джерел, проте найкраще він працює при відносно великій кількості однотипних документів. Основні напрями використання контент-аналізу: виявлення того, що існувало до тексту, і що одержало у ньому відображення; виявлення того, що існує тільки у тексті; виявлення того, що буде існувати після появи тексту. Водночас потрібно зауважити, що квантифікація текстів не завжди доцільна. В яких випадках недоцільно застосовувати кількісний аналіз? Насамперед це не доцільно робити у тому випадку, коли ми маємо справу з унікальними документами, де головна мета вивчення – всебічна змістова інтерпретація матеріалу. Не варто вдаватися до кількісного аналізу, якщо перед нами опис надто складних подій, якщо документальних даних недостатньо для масового опрацювання чи вони не репрезентативні.

Контент-аналіз містить можливості для дослідження як наявного, так і прихованого змісту інформації. Звичайно, в останньому випадку потрібні особливі процедури для підвищення достовірності й валідності висновків дослідження. При вивченні прихованих задумів автора важливу роль у забезпеченні високої валідності відіграє присутність чи відсутність у тексті вибраних оди-

ниць аналізу, в інших випадках валідність забезпечується засобом кодування та строгим дотриманням процедури.

В багатьох випадках досліджувана сукупність документів є настільки великою, що її не можна вивчити у повному обсязі. І тут постає проблема вибору з цієї сукупності елементів, аналіз яких дав би уявлення про всю сукупність документів. Як наслідок, валідність висновків контент-аналітичного дослідження часто значною мірою залежить від репрезентативності вибірки документальних джерел.

У цілому достовірність інформації, отриманої за допомогою контент-аналізу, забезпечується:

- Повнотою об'єму виділених смислових одиниць. Насамперед виділяються усі смислові одиниці із першого тексту, що аналізується, потім з другого – ті ж плюс додаткові, з третього – ті ж, що зустрічалися у перших двох текстах, плюс додаткові і т.д. Після вивчення чергових 3 – 5 текстів, в яких не попадаються нові смислові одиниці, можна вважати, що поле смислових одиниць матеріалу дослідження вичерпано.

- Контролем змісту смислових одиниць експертами. Спеціалісти обговорюють, наскільки запропоновані якісні одиниці відповідають виставленим завданням.

- Обґрунтованістю за незалежним критерієм.
- Стійкістю даних, що визначається за допомогою кодування одного тексту різними кодувальниками на основі єдиної інструкції.

Процедура підрахунку при контент-аналізі аналогічна стандартним прийомам класифікації, упорядкування і шкального обстеження. Наприклад, вивчаючи тематику газети, ми підраховуємо процентне співвідношення згрупованих смислових одиниць різного змісту. Можна також використати перехресну класифікацію (зміст ідеї – засоби її реалізації – аргументи) тощо.

Збір даних у контент-аналізі переважно полягає у фіксації шуканої одиниці в аналізованому тексті. Ця елементарна схема може бути ускладнена

різними способами. Перш за все, одиниці аналізу з відповідними кількісними оцінками, як правило, зіставляються з іншими кількісними оцінками тих же одиниць. Це можуть бути результати підрахунку частотності появи одних і тих же тем для різних випусків одного і того ж друкованого органу; результати аналогічного підрахунку для різних видань і програм чи, скажімо, узагальнених категорій видань.

Очевидно, що такі дані можуть бути представлені за допомогою різноманітних графічних засобів – діаграм, графіків і т.д., що забезпечують наочне сприймання. Наочність важлива не тільки для аналітика: діаграма чи графік володіють великим потенціалом впливу, особливо у суспільстві, яке звикло з повагою ставитися до природничо-наукового інструментарію. Класифікації переважно бувають багатомірними. На практиці результати контент-аналізу частіше за все представляються низкою діаграм: стовпчастих чи кругових. Для відображення відношень між одиницями контент-аналізу і результатів їх категоризації використовуються такі стандартні засоби відображення структур як різноманітні графи.

Квантифікація даних створює необхідні передумови для застосування математичного аналізу. Крім аналізу частотного розподілу, це аналіз різноманітних кореляцій між змінними, асоціацій, спорідненості, кластерний аналіз тощо. Потрібно зазначити, що якщо при визначенні одиниць контент-аналізу та їх ідентифікації в тексті домогтися повної об'єктивності можна лише в окремих випадках, то при експлікації та опрацюванні даних забезпечити строге дотримання стандартів цілком можливо. У процесі контент-аналітичного дослідження як для аналізу тексту, так і для подальшого опрацювання його результатів може використовуватися обчислювальна техніка. Після квантифікації, тобто переведення даних у числову форму, їх математичне опрацювання може здійснюватися різними програмними засобами.

Змістова інтерпретація результатів контент-аналізу залежить від його цілей; вона є, перш за все, творчим актом, результати якого загалом визначаються кваліфікацією та інтуїцією аналітиків.

Контент-аналіз реалізується як у вище описаній стандартній формі, так і у низці специфічних форм. До таких відносять структурний аналіз, методики зв'язаності випадків, оціночного аналізу суджень. В аналізі доступності тексту використовують метод завершення. За цією методикою з тексту вилучається кожне п'яте слово, і експериментальна група реципієнтів пробує відновити текст. Відсоток правильності відновлення показує ступінь доступності тексту, спільності мови автора і реципієнта.

Загалом філософський смисл контент-аналізу як дослідницького методу полягає у сходженні від множинності текстового матеріалу до абстрактної моделі змісту тексту. У зазначеному смислі контент-аналіз є однією з номотетичних дослідницьких процедур. Номотетичний метод спрямований на виявлення загальних закономірностей, на відміну від ідеографічного методу, що спрямований на виявлення в об'єкті вивчення його унікальності.

### **Запитання**

- \* *Що таке документальний залишок?*
- \* *Яке документальне джерело називають первинним?*
- \* *Яке документальне джерело називають вторинним?*
- \* *Чому намагаються використовувати первинні документальні джерела?*
- \* *З якими труднощами стикається дослідник у процесі опрацювання документальних джерел?*
- \* *Які характеристики досліджуваного тексту, як правило, визначають у процесі опрацювання даних контент-аналізу?*
- \* *Коли доцільно проводити кількісний аналіз текстів?*
- \* *В яких випадках недоцільно вдаватися до контент-аналізу?*

*\* На чому дослідник акцентує увагу при якісному аналізі документальних джерел?*

*\* Яка особливість аналізу документальних джерел з досвіду роботи навчального закладу?*

### **Завдання**

- \* Наведіть приклад фізичної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад структурно-семіотичної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад понятійно-тематичної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад преференціальної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад квазіреференціальної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад пропозиціональної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад оціночної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад макроструктурної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад концептуальної одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад художньої одиниці контент-аналізу.*
- \* Наведіть гіпотетичний приклад фронтального контент-аналізу.*
- \* Наведіть гіпотетичний приклад рейдового контент-аналізу.*
- \* Наведіть приклад офіційного документа.*
- \* Наведіть приклад неофіційного документа.*
- \* Наведіть приклад первинного документа.*
- \* Наведіть приклад вторинного документа.*
- \* Назвіть типи літературних джерел.*
- \* Розкрийте технологію проведення контент-аналізу.*
- \* Проілюструйте на прикладі застосування контент-аналізу.*
- \* Порівняйте достовірність опису та оцінки події.*
- \* Порівняйте фактори, які впливають на достовірність документів особистого і неособистого характеру.*
- \* Порівняйте достовірність первинних і вторинних джерел, офіційних і неофіційних документів.*



*\* Опишіть дії дослідника, спрямовані на встановлення ідентичності документального джерела.*

*\* Опишіть технологію виконання якісного аналізу документальних джерел.*

*\* Опишіть дії дослідника, спрямовані на встановлення достовірності інформації, що міститься у документальному джерелі стосовно автора документу та його змісту.*

## **§ 14. Спостереження**

**Загальні ознаки спостережень.** Накопичення даних про досліджувані характеристики об'єктів вивчення відбувається у процесі спостережень за ними. Під спостереженням розуміють реєстрацію свідком подій. Наукове спостереження відрізняється від звичайного тим, що:

- підпорядковане чіткій дослідницькій меті, досягнення якої відбувається завдяки розв'язанню чітко сформульованих завдань;
- виконується за задалегідь продуманим планом;
- його дані фіксуються в протоколах чи щоденниках за певною схемою;
- отримана інформація підлягає контролю на обґрунтованість і стійкість.

Інколи помилково вважають, що спостереження є грубим методом збору даних, який поступається за можливостями опитуванню чи тестуванню. Проте потрібно зазначити, що відповідь на певні дослідницькі запитання найкращим чином можна отримати, спостерігаючи як індивіди поступають, і як виглядають об'єкти вивчення. Наприклад, дослідник може опитати вчителів стосовно того, як їхні учні ведуть себе під час класних дискусій з актуальних для них проблем, але більш точну індикацію зазначеної поведінки він отримає, спостерігаючи такі дискусії..

Спостереження – незамінне джерело інформації на стадії загальної розвідки досліджуваної проблеми, яка пов'язана з виділенням особливостей об'єкта вивчення. Прямий контакт з ним приносить немало неочікуваних вражень, які стимулюють формулювання гіпотез і розроблення більш детальних

процедур. Водночас спостереження може слугувати методом збору даних для самостійної перевірки гіпотез.

Проте найчастіше дані спостережень використовуються разом з даними, одержаними за допомогою інших методів їх збору. Спостереження найбільш доцільно використовувати як метод збору даних у комплексі з іншими. Загалом будь-яке наукове дослідження розпочинається із спостереження і завершується ним. Спостереження або настановує на формулювання гіпотез і слугує трампліном для використання більш представницьких методик, або використовується на заключній стадії масових обстежень для уточнення й інтерпретації одержаних висновків.

Як приклад, у таблиці (14.1) наводиться схема спостереження за ставленням учасників зборів до виступаючих.

У наведеній таблиці використано такі умовні позначення: 1 – президія зборів; 2 – більшість аудиторії, 3 – приблизно половина аудиторії, 4 – меншість аудиторії, 5 – декілька осіб, 6 – одна-дві особи.

Таблиця 14.1. Схема спостереження за ставленням учасників зборів до виступаючих

Елементи поведінки	Сила проявлення реакції (1,2,3,4,5,6)	Особливі замітки спостерігача
Схвальні репліки, вигуки, аплодисменти		
Несхвальні репліки		
Вимога додаткової інформації		
Розмови, пов'язані з обговорюваним питанням		
Запитання до виступаючого		
Відсутність реакції		
Заклик до дотримання порядку		
Заклик до дотримання регламенту		

Розмови, тему яких визначити неможливо		
Сторонні розмови		
Заняття сторонніми справами		

**Типи спостережень.** Виокремлюючи типи спостережень, виходять з того, що спостереження може здійснюватися як ззовні, так і зсередини. У зовнішніх спостереженнях дослідник активно не контактує з об'єктами вивчення. У внутрішніх спостереженнях дослідник активно з ними контактує.

У випадку спостережень за об'єктами, наділеними свідомістю, можна виокремити чотири можливі варіанти.

1. Дослідник виконує роль спостерігача, при цьому об'єкти вивчення про це не знають. Типовим прикладом є випадок, коли дослідник спостерігає за групою учнів у шкільній їдальні.

2. Дослідник виконує роль спостерігача, при цьому об'єкти вивчення знають, що за ними ведуть спостереження. Наприклад, університетський професор, цікавлячись тим, що відбувається у класі, відвідує заняття, розмовляє з учнями. Як наслідок, учні або здогадуються, що за ними ведуть спостереження, або їм по це повідомляють.

3. Дослідник спостерігає, будучи членом того колективу, за яким він спостерігає. При цьому об'єкти вивчення не знають, що за ними ведуть спостереження. Так, учитель може працювати протягом року з класом і при цьому виконувати обов'язки дослідника, нічого не сказавши про це учням.

4. Дослідник, виконуючи функцію спостерігача, бере участь в діяльності групи, яка вивчається, при цьому відверто повідомляючи про те, що він виконує дослідження.

Спостереження за об'єктами, не наділеними свідомістю, не такі різноманітні. Тут можна виділити два випадки.

1. Дослідник пасивно контактує з об'єктом вивчення. Наприклад, він ззовні спостерігає за роботою шкільного радіовузла.

2. Дослідник активно контактує з об'єктом вивчення. Наприклад, він бере безпосередню участь у створенні шкільних радіопередач і при цьому виконує певне спостереження.

На основі зазначеного вище та з урахуванням інших факторів, що визначають характер спостереження, можна виділити декілька їх типів. Кожний із зазначених типів спостережень має свої як переваги, так і недоліки у порівнянні з іншими.

1. *Співучасне спостереження* – дослідник бере участь у процесі, який спостерігає.

2. *Неспівучасне спостереження* – дослідник не бере участь у процесі, який спостерігає.

3. *Явне спостереження* – об'єкти вивчення знають, що за ними спостерігають.

4. *Неявне спостереження* – об'єкти вивчення не знають, що за ними спостерігають.

5. *Природне спостереження* охоплює спостереження за об'єктами вивчення в їх природному стані. Дослідник не робить жодної спроби якимось чином вплинути на індивідів, а лише скрупульозно фіксує те, що настає природним шляхом. Діяльність учнів у спортивних змаганнях, взаємодія між учнями та учителями на ігровому майданчику, поведінка дітей найкраще усвідомлюється за результатами природного спостереження. Потрібно зазначити, наприклад, що багато робіт Ж. Піаже побудовані на результатах природних спостережень. Багато з його висновків стосовно когнітивного розвитку з'явилися на основі спостережень за власними дітьми.

6. У *стимуляційному спостереженні* дослідник описує ситуацію і просить обстежуваних виконувати у ній певні ролі. Іншими словами, дослідник каже, що робити, але не каже, як робити. Наприклад, дослідник може попросити учнів зобразити учителя, який карає учня. Існують два види стимуляційних спостережень, які використовуються у педагогічних дослідженнях. У

першому випадку обстежуваного просять передати, як певна особа поведеться в описаній ситуації. Наприклад, ви практичний психолог у одній з шкіл і призначили зустріч учневі, який часто ображається на свого учителя. Учень тільки що прийшов на призначену вами зустріч і сидить перед вами. Що ви йому скажете? У другому випадку групу індивідів просять розіграти описану ситуацію. При цьому увага дослідника концентрується на тому, як члени групи взаємодіють між собою. Наприклад, ви і п'ять ваших колег із педагогічного колективу введені до складу групи для того, щоб обговорити і дійти певного висновку стосовно проблеми зриву занять, що посилюється в школі. Багато з педагогів підтримують незговірливу позицію і відкрито захищають тимчасове звільнення від занять тих учнів, які часто їх зривають. Ваше завдання запропонувати альтернативний підхід. Що ви запропонуєте?).

7. *Полеве спостереження* – об'єкти спостерігаються у тій обстановці, у якій вони зазвичай залучаються до певної діяльності.

8. *Лабораторне спостереження* – за об'єктами ведуть спостереження, створивши перед цим штучні умови, не властиві для виконання певної діяльності.

9. *Контрольоване спостереження* – дослідник строго фіксує факти відповідно до наперед розробленого плану спостереження.

10. *Неконтрольоване спостереження* – дослідник лише у загальних рисах дотримується розробленого плану спостереження.

11. *Групове спостереження* – дослідник веде спостереження за групою об'єктів вивчення.

12. *Одиничне спостереження* – спостереження за одним учнем, одним класом, однією школою, одним шкільним округом тощо. Наприклад, є учні, яким легко дається вивчення другої мови. Водночас є учні, які відчують суттєві труднощі у вивченні другої мови. Щоб з'ясувати причину цього феномена, можна вибрати одного з тих, хто не відчуває суттєвих труднощів, і спостерігати за ним з метою виявлення моделей його діяльності. Такого ж роду спо-

спостереження можна провести за учнем, який відчуває суттєві труднощі у вивченні другої мови. За результатами таких спостережень можна зібрати інформацію стосовно стилю навчання, ставлення до вивчення другої мови, діяльності у класі тощо і дійти певних висновків. Аналогічно одиничне спостереження можна застосувати стосовно окремої школи. У шкільному окрузі можна знайти школу, що виділяється помітними успіхами у роботі з учнями, схильними до ризикованих рішень. У такому випадку дослідник відвідує цю школу, спостерігаючи за тим, що відбувається у класах, під час педагогічних зібрань, на перервах, в їдальні тощо. Він опитує педагогів, адміністраторів, обслуговуючий персонал, консультантів тощо. За результатами такого вивчення збирається інформація стосовно навчальних стратегій, стилю адміністрування, шкільної діяльності, залучення батьків, ставлення педагогів та адміністраторів до учнів тощо. Потрібно зазначити, що у такого типу спостереженнях дослідник іде шляхом від одиничного до загального через особливе, що вимагає від нього у процесі узагальнення даних спостережень за окремим побачити загальне через призму особливого.

13. *Комунікативне спостереження* – дослідник комунікативно контактує з об'єктом вивчення. Комунікативний контакт дослідника з об'єктом вивчення може здійснюватися у монологічній чи діалогічній формі. У другому випадку дослідник веде невимущену розмову з обстежуваним чи групою осіб, які залучені до дослідження, за заздалегідь розробленим планом і фіксує в її процесі їхню поведінку, що є носієм їм притаманних характеристик.

14. *Не комунікативне спостереження* – дослідник у процесі спостереження не перебуває у стані комунікативного зв'язку з об'єктами вивчення.

15. *Пряме спостереження* – дослідник фіксує поведінку об'єкта вивчення у момент спостереження за ним.

16. *Опосередковане спостереження* – поведінку об'єкта вивчення дослідник фіксує за допомогою технічних засобів і реєструє її у процесі подальшого опрацювання.

Слід зазначити, що у реальному спостереженні об'єктів вивчення наведені вище типи поєднуються у різних комбінаціях, що суттєво позначається на їх різноманітності.

Наприклад, якщо дослідник попросить учителя географії дозволити йому виконувати впродовж деякого відрізка часу функцію асистента з метою виконання спостережень за одним із його класів, то маємо приклад явного співучасного природного польового (контрольованого або неконтрольованого) одиничного не комунікативного прямого спостереження. В іншому випадку дослідник може взяти на себе функції класовода і, навчаючи учнів протягом певного відрізка часу, спостерігати за ними. В цьому випадку ніхто не знатиме і не догадуватиметься про подвійну функцію такого вчителя, хіба що адміністрація навчального закладу. Тож, у цьому випадку маємо неявне співучасне спостереження з низкою інших його атрибутів.

Слід зазначити, що кожний із зазначених вище типів має свої переваги і недоліки, насамперед пов'язані з обґрунтованістю зафіксованої інформації. Як наслідок, плануючи спостереження, добирають таку комбінацію його типів, щоб домогтися найбільшої вичерпності і достовірності одержаної інформації з врахуванням інших вимог до виконання педагогічного дослідження.

**Інструментарій педагогічних спостережень.** Результати спостережень неодмінно фіксують у певній формі.

1. *Запис діяльності* – це наперед не зазначений перелік видів діяльності суб'єкта та результати підрахунку їх кількості. В процесі спостереження за об'єктом вивчення протягом певного відрізка часу дослідник фіксує прояви різних видів діяльності і підраховує в кінцевому випадку кількість проявів кожного виду.

2. *Запис поведінки.* Дослідник у довільній формі фіксує прояви поведінки суб'єкта і робить це до найменших дрібниць. При цьому він уникає оціночних, інтерпретаційних та узагальнених суджень. Завдання дослідника – скрупуль-

озно фіксувати те, як суб'єкт реагує на дію зовнішніх і внутрішніх чинників і не більше.

3. *Час – діяльність протокол.* Якщо протягом певного короткого відрізка часу потрібно фіксувати діяльність суб'єкта, то використовують протокол, в якому в одній колонці фіксується час (або інтервали, скажімо, через 5 хв.), а в другій описується діяльність суб'єкта протягом цього відрізка часу.

4. *Протокол самоконтролю* – перелік дій, які об'єкт вивчення виконував протягом певного фіксованого відрізка часу. Суб'єкт отримує цей перелік і відмічає час, коли він здійснював зазначену діяльність.

5. *Час – поведінка протокол.* Якщо протягом певного відрізка часу необхідно зафіксувати динаміку поведінки об'єкта вивчення, то використовують протокол, в одній колонці якого фіксується час (чи інтервали часу), а в іншій акти поведінки обстежуваного.

6. *Властивість – міра матриця.* Перед дослідником часто постає завдання у процесі спостереження дати оцінку якісній протяжності виокремленої для аналізу характеристики об'єкта вивчення. У такому випадку він за допомогою певних умовних позначень (найчастіше чисел) приписує притаманну об'єкту якісну протяжність досліджуваної характеристики. Зазначена процедура може стосуватися або властивостей індивідів або продуктів, ними виготовлених. З цією метою будують матрицю, в якій у першій колонці записують обстежувані властивості, а колонки справа відводять для позначення міри притаманності цієї властивості, використовуючи пункти рейтингової шкали.

При цьому необхідно пам'ятати, що недоліком такої шкали є той факт, що два дослідники можуть приписати цілком різні значення однакової якісній протяжності досліджуваної характеристики в одного і того ж об'єкта вивчення. І все це тому, що вони можуть по-різному трактувати точки використовуваної шкали. Щоб зменшити суб'єктивний ефект, потрібно якомога точніше інтерпретувати точки на шкалі, що використовується.



7. *Контрольний список* – це перелік актів діяльності, що забезпечують правильне виконання поставленого завдання. Запропонувавши суб'єкту завдання, дослідник спостерігає, які складові (елементарні дії) він використовує, щоб його виконати (ці складові розміщені у наперед заготовленому списку). При цьому дослідник фіксує наявність запланованих та непередбачених актів.

8. *Схема групової взаємодії* використовується при дослідженні групових дискусій, оскільки дозволяє фіксувати кількість реплік кожного суб'єкта і їх напрям (кому вона адресована). У цьому випадку кожного об'єкта вивчення зображають у вигляді прямокутника. Кожного разу, як тільки суб'єкт кидає репліку, в його прямокутнику робиться позначка. Щоб відобразити спрямовану репліку, від того, хто її робить, до того, кому вона адресована, проводять стрілку.

Цілком зрозуміло, що описані вище форми реєстрації результатів спостережень можна використовувати також у тих випадках, коли обстежується не один об'єкт (чи їх група), а кілька. Доречно також зауважити, що одному досліднику спостерігати за декількома об'єктами вивчення важко, а за критично великою їх кількістю – не можливо. У таких випадках, якщо умовами виконуваного дослідження це припустимо, вдаються до вибіркового спостережень. До того ж, спостереженням не піддаються явища і процеси масового характеру, вичленення невеликої частини яких робить їх вивчення непередставницьким.

**Недоліки спостережень.** Спостереження як метод збору даних загалом має певні переваги та недоліки у порівнянні з іншими методами. Перевагою, безперечно, є надана досліднику можливість безпосередньої участі у процесі дослідження. Найбільш суттєвим недоліком спостереження є великий вміст суб'єктивної компоненти у зібраних даних. Як наслідок, дані спостережень корелюють з результатами, отриманими більш об'єктивними методами, на рівні 0,5.

Як уже зазначалось, кожний з виділених типів спостережень характеризується притаманними тільки йому перевагами та недоліками. Серед недоліків співучасного спостереження, наприклад, найчастіше називають небезпеку втрати дослідником об'єктивності, вибору позиції того, за ким він спостерігає. Водночас відмічають також суб'єктивну дію того, що відбувається, й на оцінку стороннього спостерігача. Мають місце тенденції оцінювання різними дослідниками ситуацій як більш позитивно, так і більш негативно, ніж вони такими є насправді. Можливі помилки усереднення (полювання поляризованих суджень) і контрасту (спостерігач схильний оцінювати інших на фоні власних рис характеру і, як наслідок, приписує їм крайні значення у порівнянні з власними: надто темпераментному досліднику видається, що інші люди надто в'ялі, помірковані і мало експресивні). Головним недоліком стимуляційного спостереження є його штучність.

Переваги підсилюються, а недоліки послаблюються, якщо вибраний тип спостереження оптимально адекватний специфіці дослідницького завдання. Підсилити переваги і послабити недоліки спостереження як методу збору даних вдається також за рахунок вдалого поєднання різних його типів, ретельного обґрунтування результатів інтерпретації одержаних первинних даних.

**Методи підвищення надійності результатів спостережень.** Щоб підвищити надійність даних спостережень, потрібно дбати про реєстрацію подій, контролюючи достовірність і стійкість інформації. Надійність підвищується, якщо:

- Детально виокремити елементи явища чи процесу, що підлягають спостереженню, використовуючи чіткі індикатори. Їх надійність перевіряється у пробних спостереженнях, коли кілька спостерігачів реєструють за єдиною інструкцією одні і ті ж події, що відбуваються з об'єктом, який є аналогічним до того, що буде вивчатися.

- Декілька дослідників, які спостерігають один і той же об'єкт вивчення, зіставляють свої враження і погоджують оцінки, інтерпретацію подій, використовуючи єдину техніку ведення записів.

- Один і той же об'єкт вивчення спостерігати у різних ситуаціях (нормальних і стресових, стандартних і незвичних), що дозволяє побачити його з різних сторін.

- Чітко розрізняти і реєструвати зміст, форми прояву спостережуваних подій та їх кількісні характеристики (інтенсивність, регулярність, періодичність, частоту).

- Стежити за тим, щоб опис подій не змішувався з їх інтерпретацією; з цією метою у протоколі передбачають спеціальні графи для запису фактичних даних і їх тлумачення.

- Стежити за обґрунтованістю інтерпретації даних, перевіряти враження за допомогою різних можливих інтерпретацій. Наприклад, бурхлива реакція залу на виступ може бути наслідком схвалення, незадоволення з приводу сказаного лектором, реакцією на його жарт чи репліку залу, на допущену помилку чи обмовку, на сторонні дії під час виступу тощо. У всіх цих випадках роблять особливі помітки, що пояснюють протокольний запис.

- Використовувати незалежний критерій для перевірки обґрунтованості спостережень. Дані спостережень можна проконтролювати за допомогою інтерв'ю з учасниками подій; матеріали співчасного спостереження бажано перевірити неспівчасним спостереженням тощо.

- Зменшити помилку, спричинену “збуренням” об'єкта вивчення спостерігачем. З цією метою добиваються, щоб об'єкти вивчення або не знали, що за ними спостерігають, або забули про це, а також створюють у людей помилкове враження про мету спостереження. Типовий приклад створення помилкового враження – тест на відбір групового лідера. Декільком особам пропонують у максимально короткий термін розсортувати за кольором і формою картонні фішки (трикутники, круги і квадрати, пофарбовані трьома кольора-

ми). При цьому оголошується, що іде перевірка швидкості реакції й уважності. Насправді спостерігач реєструє, хто з обстежуваних візьме на себе оперативне керівництво спільною діяльністю. На початку кожний член групи намагається тасувати фішки самостійно, потім хтось пропонує розділити функції (одні сортують за кольором, інші – за формою). Цей індивід і проходить випробування на лідерство. Зрозуміло, що оголосивши напередодні мету спостереження, дослідник провалив би його, не встигши розпочати.

- Спостереження за чисельною аудиторією проводиться декількома особами, які дотримуються єдиної інструкції.

- Підготовці протоколу реєстрації даних спостережень передуює не тільки розроблення загальної концепції, але й неодноразові нестандартні спостереження на різних об'єктах.

- Використовуються аудіо- і відеозаписи. Головна трудність спостережень у тому, що багато з того, що має місце, опускається спостерігачем. Це особливо справедливо, коли декілька характеристик, які представляють інтерес, з'являються одночасно і швидко змінюються. Щоб подолати ці перепони, дослідники використовують аудіо- і відеозаписи, щоб зафіксувати спостереження. Такий підхід має декілька переваг. Записи можна неодноразово відтворити у процесі їх аналізу. Експерти мають змогу почути і побачити те, що спостерігав дослідник, і запропонувати свою оцінку тому, що спостерігалось. Водночас існує й кілька недоліків такого підходу. Відеозаписи не так легко отримати, тобто інколи знань та умінь дослідника недостатньо, і виникає потреба в залученні до дослідження підготовлених техніків. Тривалі записи спостережень можуть дорого коштувати. Аудіозаписи, безперечно, дешевші, але при цьому втрачається візуальна інформація. До того ж, часто важко відрізнити голоси, якщо користуватися тільки аудіозаписами.

- Використовуються замітки на полях. У педагогічних дослідженнях цей термін переважно означає детальні записи, які робить дослідник у той час, коли він спостерігає. Іншими словами, це записи стосовно того, що дослідник

чує, бачить і думає в процесі збору даних. Використання заміток на полях важливе ще й з тієї причини, що дуже рідко дослідники описують спосіб отримання даних спостереження, а тому часто важко визначити наскільки надійними є результати обстеження. Щоб використати результати спостережень, зацікавлені особи мають знати якомога більше про ідеї і погляди дослідника. Такі відомості вони черпають з заміток на полях.

Прийнято відрізняти замітки на полях від інших типів записів, які ведуть дослідники в процесі спостереження:

- *Польовий запис* – запис того, про що дослідник має намір детальніше написати пізніше. Такі записи допомагають дослідникові пригадати багато деталей, записати які у нього не було часу під час спостереження.

- *Польовий щоденник* є фіксацією того, що дослідник відчуває, думає стосовно тих, з ким він контактує впродовж роботи. В польовому щоденнику дослідник може записати те, що він не бажає, щоб стало доступними для загалу.

- *Польовий формуляр* – стислий опис того, як дослідник планував провести час у порівнянні з тим, як він дійсно його провів. Це фактично план із систематичного збору інформації. Кожний день у польових умовах представляється двома сторінками формуляру. Зліва дослідник записує те, що він має намір впродовж дня спостерігати (куди піти, кого опитати, що спостерігати тощо); справа дослідник записує те, що він фактично робив впродовж дня. Цінність формуляра полягає в тому, що він заохочує дослідника думати про запитання, на які він хоче дати відповідь, про дані, які йому для цього потрібні.

Ведення заміток на полях є свого роду мистецтвом. Їх прийнято ділити на описові й узагальнюючі.

Описові замітки на полях:

- портретують суб'єкти (манери, поведки, дії, розмову тощо);

- реконструюють діалог (розмову між суб'єктами, а також між суб'єктами і дослідником; при цьому цитуються унікальні доречні твердження);

- описують фізичне середовище (предмети класної кімнати, розміщення матеріалів тощо);

- констатують особливі події (хто був залучений, коли, де, як);

- змальовують діяльність (детальний опис того, що відбувається в тому порядку, в якому події наступають);

- описують поведінку дослідника (дії, одяг, розмову з учасниками, реакції тощо).

Узагальнюючі замітки на полях передають те, що дослідник думає стосовно:

- того, що дослідник вивчає, ідей, що розвиваються, побачених моделей чи зв'язків;

- процедури і матеріалів, які дослідник використовує, коментарів щодо плану дослідження, проблем, що виникають, тощо;

- етичних дилем і конфліктів;

- думок дослідника (ставлення до дослідження та ідей і як вони можуть позначитися на дослідженні);

- точок з'ясування (записи стосовно деталей, що потребують у майбутньому з'ясування).

### **Запитання**

- \* *Що таке спостереження?*

- \* *Чим відрізняється наукове спостереження від звичайного?*

- \* *У яких типових випадках для збору даних про об'єкт вивчення за ним доцільно спостерігати?*

- \* *На підставі чого спостереження ділять на типи?*

- \* *Якої тривалості спостереження можна здійснювати за допомогою протоколу «час – діяльність»?*

*\* Яких вимог необхідно дотримуватися, щоб забезпечити надійність даних спостереження?*

*\* Що передають описові замітки на полях?*

*\* Що передають узагальнюючі замітки на полях?*

### **Завдання**

*\* Наведіть приклад запитання, збір даних для відповіді на яке доцільніше проводити, використовуючи спостереження.*

*\* Назвіть можливі типи спостережень.*

*\* Наведіть приклади можливих типів спостережень.*

*\* Проілюструйте використання рейтингової шкали у педагогічному спостереженні.*

*\* Покажіть у роботі запис діяльності.*

*\* Виготуйте схему для спостереження за груповою дискусією.*

*\* Розкрийте методiku використання контрольного списку.*

*\* Розкрийте особливості використання запису поведінки.*

*\* Виготуйте протокол самоконтролю.*

*\* Назвіть головний недолік співчасного спостереження.*

*\* Назвіть головний недолік явного спостереження.*

*\* Назвіть головний недолік стимуляційного спостереження.*

*\* Назвіть головний недолік природного спостереження.*

*\* Розкрийте причини завищеної і заниженої оцінки ситуацій спостерігачем.*

*\* Наведіть приклад помилки усереднення.*

*\* Наведіть приклад помилки контрасту.*

*\* Обгрунтуйте критичне значення чисельності елементів об'єкта спостереження.*

*\* Покажіть як обгрунтованість і стійкість інформації позначається на надійності даних спостереження.*

## § 15. Опитування

**Опитування** – метод отримання інформації про об'єктивні дані та суб'єктивний світ людей, про їхні схильності, мотиви діяльності, погляди, ставлення тощо. Безперечно, що про перелічені характеристики краще за все судити на основі вчинків, а не слів. Водночас суб'єктивні стани людини можуть не знайти вираження в її поведінці в даній ситуації, але проявляються в інших умовах і в інших ситуаціях. Більше того, тільки за сукупністю вчинків людини можна судити про стійкість її характеристик. Опитування дозволяє моделювати потрібні експериментатору ситуації для того, щоб виявити стійкі досліджувані характеристики.

Опитування є одним з найбільш поширених методів збору даних у дослідженні освітніх проблем. Воно полягає в пропонуванні дослідником окремому індивіду чи групі індивідів запитань відносно об'єктивних даних чи досліджуваної характеристики з метою отримання на них відповідей, на підставі яких робляться узагальнення щодо її якісної протяжності. Як бачимо, характерною ознакою опитування є задавання респонденту запитань з метою одержання на них відповідей. Крім запитань, в опитуваннях використовують твердження, до яких респонденти висловлюють своє ставлення. Різновидом останнього варіанту є пропонування респонденту твердження з пропусками, які він заповнює на основі власного бачення, ставлення, розуміння тощо.

Опитування можна проводити в усній та письмовій формі. Усне опитування називають інтерв'юванням. Письмове опитування носить назву анкетування. Усне опитування здійснюється з використанням плану інтерв'ю. У випадку письмового опитування використовують анкети (форми або опитувальники). Форма містить перелік запитань щодо об'єктивних даних респондентів. Опитувальник складається із запитань (не пов'язаних з об'єктивними даними респондентів), тверджень, тверджень з пропусками. Слід зазначити, що часто плани інтерв'ю та анкети поєднують запитання об'єктивного та суб'єктивного характеру.



З іншого боку, опитувати можна одночасно як одного респондента, так і їх групу. До того ж, опитування можна виконувати як шляхом безпосереднього контакту дослідника з респондентом, так і дистанційно з використанням поштового і телефонного зв'язку та інших видів телекомунікації. У зв'язку із зазначеним розрізняють усне та письмове, індивідуальне та групове очне та заочне опитування.

У процесі опитування респонденти, як правило, повідомляють про себе факти, які вони не вважають конфіденційними (колір волосся, стать, кількість рідних братів і сестер тощо). Таке опитування носить назву відкритого. Водночас дослідника може цікавити інформація цілком особистісного характеру (сексуальна історія, ставлення до абортів, річний дохід тощо). Якщо така інформація конче потрібна і є пересторога, що респонденти намагатимуться дати вигідні для них відповіді, то вдаються до анонімного опитування.

Здійснюючи опитування, дослідник може опитати усіх респондентів, які представляють для нього інтерес з наукової точки зору (що не часто буває), або частину з них. У першому випадку опитування носило б назву сукупного, у другому – вибіркового. У соціології, коли до опитування залучаються усі члени сукупності, то воно носить назву перепису. У секційному опитуванні збирають інформацію з вибірки, утвореної з сукупності. Нехай, наприклад, дослід ставить за мету з'ясувати розподіл студентів університету першого року навчання за віком, соціальним станом тощо, чим вони захоплюються, як оцінюють освітню програму і т.д. Як наслідок, він конструює бланк опитування, утворює вибірку з зазначених студентів, здійснює опитування. За результатами опитування він формулює висновки, які після цього поширює на сукупність, з якої дана вибірка була утворена. У зазначеному випадку головна мета опитування – описати характеристики сукупності. По суті, дослідник хоче з'ясувати, як члени сукупності розподіляються за однією чи декількома характеристиками (вік, національність, віросповідання, ставлення до освітньої програми тощо). При цьому його більше цікавить характер розподілу, а не

причини наявності саме такого його характеру. Зауважимо, що зазначене певною мірою характеризує можливість опитування як методу наукового дослідження.

Як і завжди, наведені типи опитування у чистому вигляді в реальних дослідженнях освітніх проблем не зустрічаються. Реальне опитування є результатом поєднання різних його типів. Як наслідок, маємо справу з великою кількістю різновидів, більш чи менш ефективних стосовно реальної проблеми, що досліджується.

Загалом опитування привертає увагу дослідників тому, що видається майже універсальним методом збору інформації. До того ж, недосвідчені дослідники вважають опитування чи не найпростішим методом збору емпіричних даних. Свідченням цього є власноруч складені плани інтерв'ю і опитувальники, які зустрічаються майже у кожному педагогічному дослідженні. Насправді це далеко не так. Мистецтво використання цього методу дослідження полягає в тому, щоб знати, про що запитувати, як запитувати і як переконатися в тому, що отриманим відповідям можна вірити. На додаток до сказаного, досліднику необхідно знати кого запитувати, де запитувати, як опрацювати отримані дані і чи не можна дізнатися про те, що цікавить дослідника, не вдаючись до опитування.

**Анкетування.** Опитування, що проводиться у письмовій формі, носить назву анкетування. В анкетуванні запитання чи твердження пропонуються у письмовій формі, і відповіді на них чи ставлення до них записує респондент. Традиційно використовується паперовий варіант анкет. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє застосовувати анкети, розроблені в електронному форматі.

До анкетування вдаються у випадках: щоб одержати фактичні дані про респондента (стать, вік тощо); з'ясувати ставлення респондента до певного явища (учителя можна запитати, як він ставиться до використання робочого зошита з його предмета тощо); одержати відомості щодо окремих фактів (*Чи*

*читав Ти Фізику для усіх?*); оцінити певні явища чи назвати їх у порядку надання переваги (учнів можна попросити записати у порядку надання переваги навчальні предмети, які вони вивчають) тощо.

У процесі анкетування респондентам пропонують відповісти у письмовій формі на низку запитань чи висловити своє ставлення до наведених тверджень. Запитання і твердження містяться в анкеті. У ній же відведено місце для відповідей респондентів. Інколи їм пропонують вибрати з запропонованих варіантів свою відповідь чи своє ставлення. Анкетування організаційно здійснюється у декілька способів.

Найчастіше респондентів збирають в одному приміщенні і пропонують їм дати відповіді на запитання чи твердження анкети. При цьому можна використовувати, як паперовий варіант анкет, так і електронний, якщо приміщення обладнане необхідними технічними засобами. У такому випадку практично кожний респондент, залучений до дослідження, повертає досліднику анкету з відповідями. Проте охопити у такий спосіб широку аудиторію респондентів важко.

Дуже часто анкети відправляють звичайною поштою. Проведене у такий спосіб анкетування порівняно дешеве. Ним можна охопити велику кількість осіб. Проте у такого роду анкетуваннях відповіді надходять від незначного відсотка респондентів. Поштове анкетування забезпечує повернення меншої кількості відповідей на запитання анкети у порівнянні з груповим. Водночас, враховуючи його суттєво меншу вартість (у 10 – 20 разів), цей спосіб анкетування цілком виправданий. Переваги поштового анкетування стають більш переконливими, якщо взяти до уваги той факт, що нині все частіше на зміну звичайному поштовому зв'язку приходить електронний. Використання електронної пошти дозволяє оперативніше отримати відповіді респондентів, зростає також і відсоток повернених заповнених анкет.

Спеціальні дослідження свідчать, що дотримання певних додаткових вимог може помітно підвищити повернення заповнених розісланих анкет:

- Повідомлення респондента про анкетування, відправлене за 3 – 4 дні до відправлення анкети, підвищує повернення відповідей на 10 – 15 %; зазначене повідомлення по телефону є ще ефективнішим.

- Нагадування (через 2 – 3 тижні) про те, що респонденту було відправлено анкету, підвищує повернення заповнених матеріалів на 18%, а повторне нагадування – на 26%.

- Нагорода сувеніром підвищує повернення заповнених анкет на 9%;

- Персоналізоване звернення до респондента (зазначення того, що саме його участь в опитуванні бажана за умовами статистичної вибірки) дає зменшення кількості отриманих заповнених анкет.

Перспективним є поєднання очного та заочного анкетувань. При цьому дослідник відвідує респондентів за місцем їх роботи чи проживання, вручає їм анкету і просить надіслати її з відповідями звичайною поштою. Респонденти працюють з анкетною у зручний для них час, дослідник контактує з респондентами. Але охопити широку аудиторію географічно розпоршених респондентів у такий спосіб важко.

Загалом як в очному, так і заочному анкетуванні суттєвою його перевагою є масовість. Анкету можна запропонувати великій кількості людей в один і той же час. Водночас анкетування не позбавлене суттєвого недоліку: дослідник позбавлений можливості трактувати незрозумілі для респондента запитання.

У цілому, аналіз свідчить, що технологія анкетування змінюються на наших очах. Перспективним є анкетування респондентів за допомогою засобів світової електронної мережі.

**Інтерв'ювання.** В інтерв'юванні запитання чи твердження пропонуються в усній формі, і відповіді на них чи ставлення до них записує експериментатор або його помічник. Готуючись до проведення інтерв'ю, дослідник розробляє (або використовує уже готові) низку запитань, відповіді на які є індикатором якісної протяжності тієї властивості, яку він ставить за мету зафіксувати в об-

стежуваного. Відібрані запитання і твердження дослідник упорядковує, конструюючи тим самим план інтерв'ю.

Інтерв'ювання – це усне опитування одного чи декількох обстежуваних з метою збирання первинної інформації, доповнення, уточнення, розширення та контролю даних, одержаних іншими методами. Інтерв'ювання може слугувати потужним інструментом у вивченні ставлення респондентів. Його можна проводити автономно, або після анкетування для уточнення окремих деталей. Крім того, інтерв'ювання – це перевірка правильності вражень, отриманих дослідником під час спостережень.

Інтерв'ювання – це бесіда, яка проводиться за певним планом, що передбачає прямий контакт дослідника з респондентом, причому запис відповідей проводить дослідник, його асистент або технічний засіб. Інтерв'ювання нагадує жваву невимушену бесіду двох зацікавлених осіб. Проте один із співбесідників пам'ятає, що в даній ситуації він виступає в якості професійного дослідника і при цьому імітує роль рівноправного співрозмовника.

Існує декілька типів інтерв'ювання. За змістом бесіди розрізняють так звані документальні інтерв'ю (вивчення минулих подій, уточнення фактів тощо) та актуальні інтерв'ю, мета яких – виявлення оцінок, суджень тощо. З іншого боку, інтерв'ю ділять на розмиті і сфокусовані, групові та індивідуальні, очні і заочні (телефонні, інтернет), не стандартизовані (дослідник ставить запитання у відповідності з ситуацією, керуючись при цьому загальним планом опитування) і стандартизовані (зміст запитань і їх послідовність визначаються заздалегідь). Проміжним між не стандартизованим і стандартизованим інтерв'ю є напівформалізоване (зміст запитань визначено заздалегідь, проте не визначено їх порядок). Стандартизовані, напівформалізовані і не стандартизовані інтерв'ю інакше називають структурованими, напівструктурованими і відкритими.

Стандартизоване інтерв'ювання практично нічим не відрізняється від анкетування, за винятком того, що відповіді записуються не респондентом, а дослідником. До нього вдаються для того, щоб: отримати безпосереднє враження від живої реакції респондентів (це допомагає краще інтерпретувати їхні судження); у випадку, коли анкетування виявляється неможливим чи утрудненим внаслідок різноманітності аудиторії, необхідності пояснення великої кількості запитань з врахуванням різної культури й освіти респондентів, особливостей фізичних умов проведення опитування (наприклад, на робочому місці, коли опитуваний не може перервати роботу тощо).

Напівформалізоване інтерв'ювання проводять тоді, коли послідовність запитань не позначається на інформативності відповідей на них. Наприклад, дослідник, який цікавиться, як відрізняються характеристики учителів міських і приміських шкіл, може провести напівформалізоване інтерв'ювання групи учителів зазначених типів шкіл, щоб отримати базову інформацію стосовно них (освіта, кваліфікація, попередній досвід, позашкільна активність тощо) і порівняти отримані дані для кожної з груп між собою.

Не стандартизоване інтерв'ювання нагадує бесіду, яка відповідає інтересам дослідника і респондента. Воно не передбачає формулювання дослідником запитань, але при цьому здійснюється до наперед розробленого задуму. Первинний намір такого роду інтерв'ювання – з'ясувати, що думають індивіди, і як думка одного індивіда співвідноситься з думкою іншого. Не стандартизоване інтерв'ювання провести найважче. З'являються проблеми етичного характеру: в процесі інтерв'ювання дослідник вимушений приймати рішення стосовно того, “на яку глибину можна копати” тощо).

Перевагою інтерв'ювання у порівнянні з анкетуванням є той факт, що у його процесі вдається фіксувати не тільки відповіді респондентів на поставлені запитання, а й їх реакцію, поведінку, емоційний стан, які сприяють більш коректній їх інтерпретації. Перевагою інтерв'ювання є той факт, що дослідник має змогу виділити певне запитання (важливе з його точки зору) і

попросити респондента дати на нього просторішу відповідь. У процесі інтерв'ювання дослідник у випадку необхідності може задавати додаткові запитання і в такий спосіб одержувати додаткові дані з деяких питань. Під час інтерв'ювання через навідні запитання можна отримати додаткову інформацію. Прямий контакт з респондентом і психологічні відношення, які встановлюються між дослідником і респондентом, створюють немало переваг для отримання інформації, що є малодоступною при використанні анкетування. Проте ці переваги можуть спричинити і певні недоліки, пов'язані з впливом особистості дослідника на респондента. Переваги інтерв'ювання у порівнянні з анкетуванням розкриваються повністю при використанні напівформалізованих і не стандартизованих його варіантів.

При цьому інтерв'ювання не позбавлене певних недоліків: займає багато часу (інтерв'ювання однієї особи потребує 15 – 30 хвилин; інколи одночасно проводять інтерв'ювання до 4 респондентів, проте у такій формі його не завжди можна коректно провести (обстежувані часто впливають один на одного)); у присутності дослідника окремі індивіди можуть говорити не те, що вони думають; реакція дослідника на відповіді респондентів спричиняє на них певний сугестивний вплив; особистий контакт з респондентом може розхвилювати останнього і цим самим позначитись на відповідях. До зазначеного слід додати, що важко звести очевидні речі, почерпнуті в процесі інтерв'ю, у лаконічний підсумок. Крім того, надто складно обійти небезпеку впливу поглядів дослідника на процес інтерв'ювання та інтерпретації його результатів. До того ж, за деяких обставин респонденти хочуть подати себе у кращому світлі. Слід зазначити, що на запитання-табу респонденти більш охоче дають письмові відповіді.

**Методика інтерв'ювання** передбачає поступове включення респондента в розмову з таким розрахунком, щоб, досягнувши невимушеної обстановки, підтримувати в нього інтерес до розмови і вести її за накресленим планом.

1. Встановлення контакту. Налагодження контакту переслідує мету створення сприятливої атмосфери для розмови. У зв'язку з цим дослідник насамперед називає себе й організацію, яку він представляє, пам'ятаючи при цьому про недоцільність акцентування на власній зацікавленості у змісті інтерв'ю. Практикою перевірено, що люди переважно дивуються, звідкіля взято їх прізвище, чому обрали саме їх. Дослідник у таких випадках пояснює, що відбір проводився чисто випадково для того, щоб мати широку і повну картину суджень і поглядів з цього приводу. Далі він мотивує, що якщо ведуть мову тільки з бажаними, то отримують однобоке уявлення. Ремарки *Чи не так?, Правильно?, Як Ви думаєте?* тут дуже корисні. Вони створюють атмосферу довіри. Дослідник наче запрошує респондента розділити з ним відповідальність за добротність інформації. У тих випадках, коли респондент продовжує відмовлятися від участі в інтерв'ю, його переконують у доцільності спробувати. Для потепління атмосфери дослідник може розпочати розмову з обговорення погоди, того, як він добирався до респондента, спортивних новин тощо.

2. Закріплення контакту. На цьому етапі продовжується загальна розвідка. Як і в анкетуванні – перші відомості чисто загальні (звичайні обов'язки, опис умов навчання, побуту тощо). Сумніви щодо компетентності респондента та інші запитання, що його насторожують, категорично забороняються.

3. Перехід до основних запитань інтерв'ю супроводжується вставними словами, які підкреслюють важливість наступної розмови. Заохочення до відповідей на складні запитання досягається уважним поглядом, схвальним кивком. Часткова незгода з респондентом виражається у формі: *Ви кажете, що... Проте багато хто вважає, що...; зустрічне запитання формулюється: Ви так думаєте?; апелювання до суперечності набуває вигляду: Ви тільки що сказали, що... А тепер Ви стверджуєте, що... Можливо, я неправильно Вас зрозумів?; перевірка шляхом неправильного формулювання сказаного*



здійснюється завдяки використанню формули: *Таким чином, Ви зазначили, що... . Ні, я сказав, що... .*

4. Завершення інтерв'ю. В заключній частині дослідник може повернутися до окремих запитань, на які було отримано неповні відповіді. Коли зміст інтерв'ю вичерпано, респондента просять дати про себе відомості біографічного характеру. Після цього дослідник висловлює подяку, підкреслює важливість інтерв'ю і підтверджує його конфіденційність.

5. Оформлення протоколу здійснюється на основі зроблених записів. Реєстрація результатів інтерв'ю може здійснюватися в процесі бесіди з дозволу респондента. Краще, коли розмову веде одна особа, а її стенографію здійснює інша. Дослідник і респондент розміщуються один напроти одного, а асистент сідає збоку. Небажано використовувати пристрої запису звуку чи зображення для реєстрації розмови. Для оцінки рівня контакту використовують дані тривалості опитування та суб'єктивну думку дослідника за п'ятибальною шкалою.

Перелічені етапи мають місце як в очному, так і в заочному інтерв'юванні. Коректність результатів інтерв'ювання та їх повнота суттєво залежать від ретельності підготовки до нього. У процесі планування інтерв'ю:

- Визначають мету інтерв'ювання.
- Формулюють запитання.
- Визначають час, необхідний для інтерв'ювання та опрацювання його результатів.
- Через призму мети визначають терміни, які використовуватимуться при аналізі даних.
- Визначають кількість респондентів, спосіб утворення вибірки, а також характер інтерв'ювання (віч-на-віч, у малій групі, з використанням телефонного чи інтернет зв'язку).
- Визначають особу, яка проведе інтерв'ю.
- Визначають місце, час та обстановку інтерв'ювання.

Загалом в інтерв'юванні необхідно дотримуватись певних вимог:

1. Визначення мети інтерв'ювання.
2. Планування системи запитань.
3. Відповідність системи запитань віковим та індивідуальним особливостям респондентів.
4. Неможливість візуального сприймання запитань респондентом.
5. Однаковість умов, в яких проводиться інтерв'ювання, для усіх респондентів.
6. Мінімальна обізнаність респондентів про інформацію, яку дослідник хоче отримати.
7. Гранична тривалість інтерв'ювання учнів не може перевищувати 15 – 20 хв., дорослих – 30 хвилин.
8. Анонімність інтерв'ювання.
9. Відсутність сторонніх осіб у процесі інтерв'ювання.

При проведенні інтерв'ювання дотримуються певних правил:

- запитання задають у порядку зростаючої складності;
- повторно запитання читають у незмінному вигляді;
- зміст наступного запитання залежить від змісту відповіді на попереднє;
- аудіо і відеозаписи здійснюють без відома респондента;
- дослідник створює обстановку невимушеності і доброзичливості у процесі бесіди;
- дослідник у процесі бесіди проявляє такт, приймає точку зору респондента.

Недосвідчені дослідники допускають низку тактичних помилок при проведенні інтерв'ювання:

- Звертаються до респондента не за іменем.
- Проявляють надмірну особисту зацікавленість в отриманні якомога більше інформації від респондента.
- Намагаються зайняти респондента своїми проблемами.

- Не враховують позиції респондента.
- Апелюють до думки інших людей.
- Використовують професійну термінологію.
- Намагаються спіймати респондента на нещирості відповідей.
- Нав'язують власну думку.

У процесі інтерв'ювання часто мають місце випадки втрати контакту між дослідником і респондентом. Тому одним з важливих елементів мистецтва інтерв'ювання є швидке відновлення контакту з респондентом у випадку його втрати. Щоб запобігти можливій втраті зазначеного контакту, необхідно знати його причини та можливі практичні дії з боку дослідника:

- Респондент не володіє потрібною інформацією чи відчуває труднощі з її пригадуванням: можна задати декілька прямих, більш конкретних запитань, уточнити обстановку, до якої відносяться події.

- Респондент не зрозумів мети запитання чи характер очікуваної відповіді, не може сформулювати свою думку: потрібно запитати те ж саме іншими словами.

- Респондент не бажає відповідати тому, що не хоче бути відвертим, оскільки не вважає, що дослідник правильно його зрозуміє: в такому випадку варто сформулювати запитання в опосередкованій формі, посилаючись на результати проведених до цього опитувань; після цього можна поцікавитися думкою респондента з цього приводу.

**Вплив дослідника на респондента** у процесі інтерв'ювання позначається на його результатах. Насамперед має місце ефект стереотипності сприйняття дослідником респондента. Між тим стереотипне сприйняття людиною людини не найкращий путівник. Встановлено, що оцінки зовнішності співрозмовника та його психічних характеристик корелюють на рівні 0,92.

Якщо дослідник здатний стереотипізувати образ респондента, те ж саме відбувається і з респондентом. І він сприймає бесіду крізь призму стереотипів,

що активізуються особистістю дослідника. Зокрема, сприймаючи дослідника як гостя, респондент із ввічливості намагається говорити тільки приємні речі.

Щоб побороти можливий бар'єр стереотипічності, щоб уникнути цієї цілком реальної небезпеки, досліднику необхідно максимально неупереджено і об'єктивно зареєструвати відповіді респондента на заплановані запитання, вести себе якомога простіше, не підлаштовуючись при цьому під респондента ні одягом, ні манерою розмови.

Помічено, що темп мови дослідника впливає на поведінку респондента. У зв'язку з зазначеним кращим є варіант, коли темпи мови дослідника і респондента приблизно однакові.

На ході розмови позначаються співвідношення у віці і статі учасників. Помічено зокрема, що дослідник приблизно того ж віку, але протилежної статі добивається кращих результатів у налагодженні контакту з респондентом, одержанні коректних даних.

Проте як би не намагались зменшити вплив дослідника на респондента, мінімальне в закритих і максимальне у відкритих запитаннях спотворення все-таки матиме місце. Тому для збору масової інформації потрібно залучати якомога більше дослідників. За належного тренування та деякого професіоналізму індивідуальні помилки та спотворення в масиві даних взаємно нівелюються.

Щоб впевнитися у достовірності одержаних даних, найчастіше вдаються до вибіркового контролю роботи інтерв'юєрів. З цією метою з деякими респондентами проводиться повторне скорочене інтерв'ю, перед яким їх інформують про необхідність уточнення деяких позицій. У процесі повторних (контрольних) інтерв'ю респондентам ставляться ті ж запитання і звіряються нові відповіді з попередніми.

Зазначені фактори особистісного впливу, звичайно, нівелюються у телефонному інтерв'ю. Водночас у такого роду інтерв'ю актуальними стають нормативність мови, тембр голосу тощо учасників інтерв'ювання.

Загалом якість інформації, отриманої шляхом інтерв'ювання, залежить від усіх перелічених факторів, а також від рівня підготовки дослідника.

**Підготовка інтерв'юєрів.** Ефективність інтерв'ювання значною мірою визначається знаннями, уміннями та особистісними якостями інтерв'юєра. Дослідники, які проводять інтерв'ю, як правило, проходять попередню підготовку. Більше того, асистентом у перших інтерв'ю дослідника зазвичай виступає досвідчений спеціаліст.

Фахівці з проведення інтерв'ю мають знати, як переконливо пояснити важливість отримання інформації від респондента. Вони мають також знати, як ефективно спонукати респондентів відповідати на запитання відверто.

Важливо уміти у процесі інтерв'ювання створити обстановку невимушеності, у випадку необхідності перейти від одного блоку запитань до іншого, щоб знову повернутися до попереднього, реагувати на незвичні відповіді респондента.

Загалом інтерв'юєр має бути комунікабельним, врівноваженим, толерантним та володіти високим рівнем культури й освіти.

**Соціометричне опитування.** Опитування, як уже зазначалось, проводять, розв'язуючи різні дослідницькі завдання. Їх спільною ознакою є отримання від респондентів даних об'єктивного чи суб'єктивного характеру. Проте серед великої кількості опитувань можна виокремити кілька прикладів, які методологічно стоять дещо осторонь від типових. Одним з таких є соціометричне опитування. За допомогою соціометричного опитування (Дж. Морено, 1939 р.) можна встановити соціально-психологічні взаємовідносини членів групи у кількісних параметрах. Зазначений метод дає можливість оцінити структуру малих груп і статус окремого індивіда у такій групі, тому його називають методом структурного аналізу колективу. Соціометричне опитування використовується для діагностики емоційних зв'язків, тобто взаємних симпатій і антипатій між членами групи. Його можна використовувати з ме-

тою встановлення міри згуртованості групи, виявлення відносного авторитету членів групи за ознакою симпатії та антипатії, виокремлення у групі підгруп.

У процесі соціометричного опитування кожний член групи вибирає з колективу тих, з ким він бажає, наприклад, співпрацювати, відхиляє тих, з ким він не хотів би співпрацювати, деяких членів колективу він залишає без уваги. В такому опитуванні до уваги береться, як правило, один критерій. Нерідко використовуються два чи більше критерії, наприклад робота і дозвілля. Як бачимо, характерним для соціометричного опитування є те, що вибір чи відхилення одним членом колективу іншого здійснюється стосовно певної діяльності. Конкретна ситуація, що пропонується в якості основи вибору чи відчуження (*З ким ти хотів би разом навчатися?* тощо), називається соціометричним критерієм. Соціометричне опитування рекомендується проводити у колективах, що мають не менше, ніж шестимісячний досвід спільної діяльності. Кількість членів досліджуваного колективу має становити 8 – 9 осіб. Відповіді соціометричного опитування залишаються анонімними.

У процесі соціометричного опитування використовуються бланки, які роздаються членам досліджуваної групи, на яких кожний член групи вказує своє ставлення до інших членів групи на підставі спільної роботи, проведення дозвілля, участі у розв'язанні ділової проблеми, у грі тощо. Результати опитування заносять у таблицю, наприклад (15.1). Як правило, прізвища, розташовані по вертикалі, означають тих, хто вибирає, по горизонталі – тих, кого вибрали. Плюсом (+) позначають вибраних, мінусом (–) відхилених, нулем (0) – нейтральне відношення.

Той індивід, який набирає найбільшу кількість плюсів, претендує на роль лідера групи за використанням соціометричним критерієм. Не виключено, що за іншим соціометричним критерієм він втратить статус неформального лідера. Той індивід, який віддає найбільшу кількість плюсів за вибраним соціометричним критерієм, претендує на статус найбільш колективістського члена

групи. Знову таки цей статус є відносним стосовно різних соціометричних критеріїв.

Таблиця 15.1. Соціометрична матриця

Той, хто вибирає	Обраний				Віддані голоси		
	Іванов	Петров	Сидоров	Ніколаєв	+	-	Всього
Іванов	X	0	0	+	1	1	2
Петров	+	X	+	-	2	1	3
Сидоров	+	+	X	-	2	1	3
Ніколаєв	0	-	+	X	1	1	2
Віддано голосів (+)	2	1	3	0	6		
Віддано голосів (-)	0	1	0	3		4	
Всього	2	2	3	3			10

Загалом за кількістю позитивних, негативних та нейтральних виборів можна судити про міру згуртованості групи, яка має свій кількісний показник.

Індекс згуртованості групи – показник, який враховує взаємність вибору. Для його обчислення додають загальну кількість взаємно позитивних і загальну кількість взаємно негативних виборів і ділять на загальну кількість взаємно можливих виборів:

$$\beta = \frac{I_n - I_n}{n(n-1)}, \quad (15.1)$$

де  $I_n$  – загальна кількість взаємних позитивних виборів у групі;

$I_n$  – загальна кількість взаємних негативних виборів у групі;

$n$  – чисельність групи.

Дані соціометричного опитування дозволяють обчислити соціометричний статус кожного члена групи, для чого додають загальну кількість позитивних до загальної кількості негативних виборів, ним отриманих, і ділять отриману суму на  $(n - 1)$ :

$$\gamma = \frac{i_n + i_n}{n-1}, \quad (15.2)$$

де  $i_n$  – загальна кількість позитивних виборів для конкретного члена групи;

$i_n$  – загальна кількість негативних виборів для цього ж члена групи;

$n$  – чисельність групи.

Результати соціометричного опитування дають наочну картину структури групи тоді, коли вони представлені у вигляді соціограми. Соціограмою називають графічне зображення зв'язків всередині колективу, що встановлюються на основі вибору. Соціограма будується за результатами опитування, що занесені у соціоматрицю. При цьому прізвища членів колективу поміщають у прямокутники, між якими проводять односторонні чи двосторонні суцільні чи пунктирні стрілки (суцільні передають відношення вибору, пунктирні – відношення відторгнення, напрям стрілки йде від того, хто вибирає (вилучає), до того, кого він вибирає (вилучає).

Поряд з позитивними ознаками соціометричний метод має декілька обмежень. З його допомогою фіксуються тільки наявні у групі взаємовідносини, проте вони не пояснюються. Користуючись соціометричними даними, не можна дати абсолютних оцінок членам групи; провівши соціометричне опитування за іншим критерієм, можна одержати навіть протилежні дані. До того ж, у процесі опитування індивіди вказують не тільки на наявні, а й на бажані відносини.

**Експертне опитування** полягає у проведенні експертами інтуїтивно-логічного аналізу проблеми з кількісним судженням і формальним опрацюванням результатів.

Експертне опитування характеризується науково обгрунтованою організацією проведення усіх етапів експертизи, використанням кількісних методів при оцінці та опрацюванні суджень експертів. На основі експертних оцінок встановлюється ступінь узгодженості думок експертів з досліджуваного питання і об'єктивність обгрунтування їхніх висновків.



Останнє питання надзвичайно важливе з точки зору науковості методу. Експертні оцінки не можуть бути голосливими, неаргументованими суб'єктивними думками, а повинні спиратися на існуючі об'єктивні зв'язки між фактами і явищами.

Достовірність колективної експертної оцінки залежить від ступеня обізнаності експертів у тій галузі, у якій проводиться експертиза, досвіду їх роботи у даній галузі, об'єктивного відношення до обговорюваної проблеми, а також кількості експертів. Як наслідок, до такого роду опитувань залучаються фахівці з безумовною компетентністю.

Експертне опитування репрезентується декількома різновидностями:

- Метод комісії полягає у тому, що на основі сукупності індивідуальних думок експертів намагаються знайти найбільш об'єктивну, обгрунтовану думку. При використанні зазначеного методу експерти працюють у групі, їм дозволяється обмінюватися думками. Кожний експерт захищає свою думку, він же має бути готовий від неї відмовитися у випадку потреби.

- Метод мозкової атаки реалізують шляхом утворення двох груп експертів: представники першої групи генерують ідеї, представники другої – оцінюють генеровані ідеї. При використанні зазначеного методу рішення приймається на основі групового рішення експертів.

- Метод Дельфі полягає в багаторазовому опитуванні експертів з метою виявлення домінуючого судження. Характерним для цього методу є відсутність контактів між експертами і колективних обговорень, багатотурове опитування експертів, обмін анонімною інформацією між ними. На першому етапі експерти дають кількісну оцінку досліджуваному явищу. Потім експертам пропонуються для аналізу обгрунтовані анонімні висновки інших експертів з даного питання і дозволяється за бажанням доповнити свою первинну оцінку. На черговому етапі одержані середні і крайні думки та аргументації повідомляються експертам і проводиться наступний етап опитування, на якому експерти знову переглядають свої відповіді й аргументують

нове рішення. Переважно після цього етапу відповіді експертів не змінюються і опитування можна припинити.

- Метод узагальнення незалежних оцінок полягає в опрацюванні відомостей, наданих про, скажімо, конкретного учня учителями, лікарями, учнями, батьками тощо. Під узагальненням при цьому розуміють не знаходження середніх тенденцій, а детальний аналіз і синтез, у процесі якого відкидається усе несуттєве, випадкове, суперечливе.

Як правило, метод експертних оцінок передбачає підготовку нормативного документа, формування експертної групи, проведення опитування, опрацювання результатів, аналіз і оформлення результатів експертної оцінки.

Опитування фахівців – особлива різновидність методу збору даних, де багато вимог, що застосовні в масових опитуваннях, втрачають силу. Такі опитування виключають пастки, вони не є анонімними. Тут домінують відкриті запитання, закриті запитання використовуються лише для оцінки рівня впевненості, міри згоди чи незгоди з уже висловленими позиціями інших експертів.

Експертів залучають до роботи не тільки у зв'язку з розв'язання певної наукової, технічної тощо проблеми. Часто думкою експертів послуговуються у фіксації якісної протяжності досліджуваної характеристики в об'єктів вивчення. У цьому випадку вони, як правило, за певною схемою оцінюють результати діяльності індивідів. Експертні оцінки для кожного обстежуваного усереднюють і за цим усередненим показником судять про значення якісної протяжності досліджуваної характеристики, що лежить в основі виконуваної діяльності та її результату. Зазначене дозволяє упорядкувати об'єкти вивчення за притаманним їм значенням досліджуваної характеристики від найбільшого до найменшого чи навпаки. Переважно у такому випадку до оцінювання залучають від 5 до 10 експертів.

Потрібно пам'ятати, що об'єктів вивчення для упорядкування не може бути надто багато (більше 15). Крім того, найбільш стійкими є перші і останні

ранги (при повторній оцінці вони, як правило, приписуються тим же об'єктам), а серединна зона, зазвичай, менш стійка. Тому для підвищення надійності даних обстеження слід після проведення повторного упорядкування об'єктів вивчення об'єднати в один ранг ті з них, які проявили найбільшу нестійкість.

Нехай після другого упорядкування одним з експертів відбулися зсуви рангів: 1 – 2, 3 – 5, 6 – 10, 11 – 13, 14 – 15. Визначивши нестійкі області, можемо перетворити 15-рангову шкалу у 5-рангову, як показано на схемі (див. табл. 15.2).

Таблиця 15.2. Перетворення 15-рангової шкали у 5-рангову

Вихідні ранги	1 2	3 4 5	6 7 8 9 10	11 12 13	14 15
Об'єднані ранги	1	2	3	4	5

Слід зазначити, що у педагогічних дослідженнях доводиться упорядковувати не тільки об'єкти вивчення на основі притаманності їм певних значень якісної протяжності досліджуваної характеристики, а й структурні компоненти деякої комплексної властивості. Нехай перед експертом стоїть завдання упорядкувати структурні компоненти творчого потенціалу особистості. Кількість зазначених компонентів, як відомо, перевищує 15, а тому скористатись методом об'єднання рангів не видається можливим, оскільки такі дії допомагають підвищити стійкість упорядкування, проте водночас понижують його чутливість. Як наслідок, вдаються до упорядкування методом попарного порівняння. В такому випадку експерт із усіх можливих пар компонентів творчого потенціалу особистості у кожній парі вибирає той компонент, якому він надає перевагу. Тоді той компонент, який отримав найбільшу кількість виборів, отримує найвищий ранг, а той, що отримав найменшу кількість виборів, отримує найнижчий ранг. Доведено, що результати такого упорядкування доволі стійкі.

**Виявлення особистісних диспозицій.** Як уже зазначалося, до опитування вдаються у фіксації якісної протяжності великої кількості властивостей об'єктів вивчення. При цьому, швидше за все, найчастіше зазначений метод збору емпіричних даних використовують у випадку фіксації диспозицій індивідів. Диспозиція особистості – це зафіксована в її соціальному досвіді тенденція сприймати й оцінювати умови діяльності, власну активність та поступки інших, а також готовність діяти в певних умовах певним чином. Можна припустити, що особистісні диспозиції утворюють ієрархічно організовану систему, вершину якої складає загальна спрямованість інтересів і система ціннісних орієнтацій, середні рівні – система узагальнених соціальних установок на різноманітні соціальні об'єкти і ситуації, а нижній – ситуативні соціальні установки як готовність до оцінки і дії в максимально конкретизованих соціальних умовах діяльності.

Фіксуючи диспозиції особистості, ми тим самим отримуємо інформацію про можливу спрямованість її поведінки у певних умовах. Проте потрібно мати на увазі, що різні диспозиційні утворення володіють різною “прогностичною силою” стосовно можливої поведінки. Враховуючи зазначене вище, у фіксації диспозицій особистості виявляють систему її ціннісних орієнтацій, узагальнені та ситуативні соціальні установки.

При виявленні системи ціннісних орієнтацій (М. Рокич) обстежуваним пропонується упорядкувати 18 термінальних цінностей (мети життя) і 18 інструментальних цінностей (орієнтацій на основні засоби досягнення мети життя). Термінальні цінності: активне життя; життєва мудрість; здоров'я; цікава робота; краса природи і мистецтва; любов; матеріально забезпечене життя; загальна хороша обстановка в країні і в світі; суспільне визнання; пізнання; рівність; самостійність; свобода; щасливе сімейне життя; творчість; впевненість у собі; задоволення. Інструментальні цінності: акуратність; вихованість; високі запити; життєрадісність; виконавчість; незалежність; непримиренність з недоліками; освіченість; відповідальність; раціоналізм; са-

моконтроль; сміливість у відстоюванні своєї думки; твердість волі; терпимість; широта поглядів; чесність; ефективність у справах; чуйність.

Методика реєстрації узагальнених соціальних установок призначена для передбачення характерних ознак реальної поведінки особистості в тих умовах, до яких ці установки відносяться.

Для прогнозу конкретних поступків вдаються до фіксування ситуативних соціальних установок. У зв'язку з цим можна використати передбачення за реакцією на одне судження.

**Технологія опитування.** Для того, щоб ефективно виконати опитування, насамперед потрібно добитися того, щоб респонденти хотіли взяти участь у дослідженні і, будучи залученими до дослідження, давали відверті відповіді на поставлені їм запитання чи правдиво висловлювали свою позицію стосовно запропонованих їм тверджень. Мотивація участі у дослідженні та правдивості позиції респондентів певним чином визначається важливістю запитань, на які від них очікують відповіді. Відповіді на тривіальні запитання переважно скидаються в сміттєву корзину. Зазначене вище означає, що, плануючи дослідження, дослідник визначає, чи може досліджувана ним проблема представляти інтерес для респондентів. Якщо так, то у зборі даних можна скористатися опитуванням. Якщо ні, то потрібно шукати інші методи збору даних.

Якщо дослідник дійшов висновку, що у зборі даних можна використати опитування, то перед ним постає проблема відібрати необхідну кількість потрібних респондентів. Проблема насамперед у тому, що вибірка респондентів має репрезентувати сукупність. Більше того, респонденти репрезентативної вибірки мають бажати брати участь у дослідженні і бути мотивованими на правдиві відповіді.

Після розв'язання зазначених вище завдань дослідник визначається з формою опитування. Можна виділити чотири основних методи збору даних в опитувальному дослідженні і представити їх сильні і слабкі ознаки, як це показано у таблиці (15.3).

Наступним завданням, що постає перед дослідником, є приготування інструментарію. Найпростішими типами засобів обстеження, які використовуються в опитувальних дослідженнях, є анкети і плани інтерв'ю. Не торкаючись змісту перелічених засобів обстеження, необхідно зазначити, що зовнішній вигляд форм та опитувальників має важливе значення. Вони мають бути естетично привабливими та не надто об'ємними. Потрібно також пам'ятати, що який інструментарій не використовувався б, одні і ті ж запитання мають бути поставлені усім членам вибірки.

Запитання розміщують так, щоб в одному рядку було не більше одного запитання. Помічено, що місце для відповідей найкраще позначати символом [ ], де респондент робить помітки, вибирає відповідь. Даючи відповіді на запитання чи виражаючи своє ставлення до чогось, респонденти ставлять узгоджену позначку біля правильної відповіді, впорядковуючи різні об'єкти (суб'єкти), вони проставляють біля кожного із запропонованих варіантів відповідну цифру; в окремих випадках вони обводять відповідну точку на шкалі. Перелічені дії стосуються як паперового, так і електронного варіантів опитувальника. У випадку неструктурованих відповідей респонденти вписують відповіді у відведеному для цього місці.

Таблиця 15.3. Порівняльний аналіз основних методів збору інформації в опитувальному дослідженні

	Очне анкетування	Заочне інтерв'ювання	Заочне анкетування	Очне інтерв'ювання
Порівняльна вартість	Найнижча	Майже така сама	Майже така сама	Висока
Необхідні пристрої	Так	Ні	Ні	Так
Тренування дослідника	Так	Так	Ні	Так
Час збирання даних	Найкоротший	Короткий	Довший	Найдовший
Відсоток відповідей	Дуже високий	Високий	Найнижчий	Дуже високий

Можливість групового адміністрування	Так	Ні	Ні	Так
Можливість рандомізації вибірки	Можливо	Так	Так	Так
Вимоги обізнаності вибірки	Так	Ні	Так	Ні
Дозвіл супровідних запитань	Ні	Так	Ні	Так
Заохочення відповідей на чутливі запитання	Деякою мірою	Деякою мірою	Найкраще	Слабке
Стандартизація відповідей	Легко	Деякою мірою	Легко	Найважче

Як тільки анкета чи план інтерв'ю готові, дослідник випробовує їх на малій вибірці, яка, проте, репрезентує потенційних респондентів. Таке тестування дозволяє уникнути неоднозначності, погано сформульованих і незрозумілих запитань, а також дає відповідь на запитання, чи є інструкція до анкети зрозумілою для респондентів.

Опитування поштою вимагає підготовки супровідного листа, який пояснює мету опитування й мотивує респондентів правдиво відповісти на запитання анкети. Супровідний лист має бути коротким і адресуватися специфічно індивідам, які залучаються до опитування. В ньому пояснюється мета дослідження, наголошується на важливості теми дослідження, чим респонденти заохочуються до кооперації в отриманні потрібних результатів. Якщо можливо, в листі відображають готовність дослідника поділитися отриманими кінцевими результатами. Важливо, якщо дослідник отримує спонсорську допомогу від інституцій, відомих респондентам. У листі вказують кінцеву дату повернення анкети. Лист, звичайно, підписується дослідником. Потрібно уникати використання готових бланків при написанні супровідного листа.

Вкладений оплачений конверт із зворотною адресою сприяє отриманню заповнених анкет.

У кожному поштовому опитуванні знаходяться респонденти, які не повертають заповнені анкети. Цей факт мав місце завжди, проте за останні роки простежується чітка тенденція збільшення кількості респондентів, які ігнорують звернення дослідника. Інколи респонденти повертають досліднику анкету без відповідей, показуючи цим небажання брати участь в опитуванні. Потрібно зазначити, що відмова від опитування є різною для різних груп населення. Частка тих, хто погоджується взяти участь в опитуванні, ніколи не перевищує 75%. Зазначене вище стосується повної відмови респондентів від участі у дослідженні.

Разом з тим, відмова респондента може бути і частковою. У цьому випадку респондент не дає відповіді на усі запитання анкети. Зазначене може мати місце з декількох причин. Респондент може не знати відповіді на запитання, вважати запитання недоречним, відчувати тиск з боку нестачі часу. Помічено, що на запитання демографічного характеру респонденти переважно стовідсотково відповідають. На запитання, що стосуються прибутків і видатків, як правило, 10% респондентів не відповідають. На більш складні запитання не відповідає ще більше респондентів. До того ж, опрацьовуючи повернену анкету, дослідник може відкинути частину відповідей як такі, що не зрозумілі чи суперечать іншим відповідям. Слід зазначити, що розробляються певні прийоми, щоб зменшити кількість відмов в опитуванні. Інколи дослідники телефонують по декілька разів і нагадують респондентові про надіслану йому анкету.

Одержані відповіді певним чином опрацьовуються, результати систематизуються та узагальнюються.

По завершенні опитування усім респондентам (учасникам як очного, так і заочного опитування) висловлюють подяку за надану можливість провести дослідження, просять у них вибачення за незручності, спричинені процедурою



опитування, а також, коли це можливо, відправляють їм узагальнені результати дослідження.

**Надійність результатів опитування** залежить від дотримання таких умов:

- Відповідність запитань завданням дослідження;
- Чіткість формулювання запитань;
- Чіткість варіювання відповідей у закритих запитаннях;
- Достатній простір для відповідей на відкриті запитання;
- Відсутність натяків у запитанні на бажану чи правильну відповідь;
- Комбінування прямих і опосередкованих, особистих і неособистих запитань;
- Однозначність усіх елементів фіксації у часі, частоті подій, згоді – незгоді із запропонованими варіантами відповідей;
- Дотримання правил розвитку теми (від простих запитань до складних і знову до простих);
- Наявність контрольних запитань.

Розглядаючи способи підвищення надійності даних опитування, пов'язаних з фактичними подіями, потрібно пам'ятати, що одержана інформація повинна стосуватися подій і фактів, а не їх оцінки.

Декілька загроз надійності можуть призвести до того, що індивіди по-різному відповідатимуть на одне і те ж запитання у різні моменти. Насамперед це можуть бути непередбачені форс мажорні обставини, що мають місце в процесі опитування. Якщо умови проведення опитування є незвичними для респондентів, то вони можуть реагувати на запитання неадекватно ситуації, охопленій запитанням. Особистісні відмінності дослідників спричиняють не однакові відповіді респондентів. До того ж, симпатії дослідника в процесі опитування можуть спровокувати упереджені відповіді респондентів. Не варто забувати, що за допомогою опитування виявляють суб'єктивні погляди й оцінки, які піддаються дії умов обстеження та інших обставин.

Щоб мінімізувати спотворення даних, пов'язане із зазначеними факторами, не можна розтягувати опитування у часі, так як під кінець можуть змінитися обставини, а інформація про його проведення буде передаватися респондентами один одному з певними коментарями, і ці судження впливатимуть на характер відповідей тих, хто пізніше братиме у ньому участь. Використання опитування має певні вікові обмеження.

Надійність даних опитування значною мірою визначається компетентністю респондента в даній галузі. Перевірка компетентності респондента зводиться до того, щоб з'ясувати, чи ознайомлений він з тим, чому потрібно дати оцінку. Компетентність респондента у кожному конкретному випадку визначається змістом затребуваної інформації та її характером (фактологічним чи оціночним). Слід зазначити, що утворення вибірки з компетентних респондентів у масових опитуваннях – це одне з найскладніших і фундаментальних завдань дослідження.

Якщо, наприклад, ми хочемо за допомогою вчителів зібрати відомості про стиль керівництва завуча, то спочатку потрібно попросити респондентів якомога детальніше описати його роботу (наскільки детально пояснює завдання, перевіряє хід його виконання, контролює основні етапи роботи тощо). Лише переконавшись, що респонденти достатньо компетентні стосовно стилю керівництва завуча, можна переходити до його оцінювання. В заочному опитуванні ця ж мета досягається за допомогою контрольних запитань на поінформованість. Відповіді тих, хто по-різному обізнаний, опрацьовуються окремо.

На надійності даних опитування позначається і об'єм вибірки залучених до дослідження респондентів. Спостереження показують, що інтерв'ювання ефективно проводити, якщо дослідження виконується на вибірці до 20 осіб; в той же час анкетування дає ефективні результати, коли обстежуваних 50 і більше осіб. Якщо вибірка об'ємом від 20 до 50 осіб, то рекомендується використовувати два зазначені методи опитування. Загалом інтерв'ю дають глибоку панораму суб'єктивного світу опитуваних, анкетування – масову представни-

цьку картину. Тому доцільно комбінувати ці два методи опитування. Як наслідок, спочатку проводять анкетне опитування, а потім вибірково близько 5% респондентів запрошують взяти участь в інтерв'ю, яке дає можливість перевірити обґрунтованість і надійність анкетних відомостей та поглибити інтерпретацію даних у цілому.

Загалом надійність даних анкетного опитування перевіряється:

- повторним опитування за тією ж процедурою тих самих осіб;
- фіксацією тих же властивостей іншими методами (опитування третіх осіб, спостереження, аналіз доступних документів тощо).

### **Запитання**

- \* *Що таке опитування?*
- \* *У чому мистецтво проведення опитування?*
- \* *У який спосіб проводять опитування?*
- \* *Що таке анкетування?*
- \* *Що таке інтерв'ювання?*
- \* *Яких вимог потрібно дотримуватися для того, щоб успішно провести інтерв'ю?*
- \* *Яких правил дотримуються при проведенні інтерв'ювання?*
- \* *Яких тактичних помилок припускаються недосвідчені дослідники у процесі інтерв'ювання?*
- \* *Що можна з'ясувати за допомогою соціометричного опитування?*
- \* *Який колектив піддається соціометричному аналізу?*
- \* *Як будується соціометрична матриця?*
- \* *Як будується соціограма?*
- \* *У чому відмінність між звичайним опитуванням і опитуванням експертів?*
- \* *Хто такі експерти?*
- \* *Як позначається на достовірності результатів інтерв'ювання вік, стать, темп мови дослідника?*

*\* Які ще особистісні характеристики дослідника можуть позначитися на результатах інтерв'ювання?*

### **Завдання**

- \* Назвіть головні ознаки опитування.*
- \* Назвіть загрози валідності і надійності результатів опитування.*
- \* Назвіть види анкетувань.*
- \* Назвіть головну перевагу і недолік анкетування.*
- \* Поясніть з психологічної точки зору недоречність персоніфікованого звернення дослідника до респондента.*
- \* Розкрийте переваги і недоліки інтерв'ювання у порівнянні з анкетуванням.*
- \* Назвіть характерні ознаки стандартизованого інтерв'ю.*
- \* Назвіть характерні ознаки напівформалізованого інтерв'ю.*
- \* Назвіть характерні ознаки нестандартизованого інтерв'ю.*
- \* Назвіть основні етапи інтерв'ювання.*
- \* Проілюструйте на прикладі, як Ви відновлюватимете втрачений контакт з респондентом у процесі інтерв'ювання.*
- \* Назвіть обмеження соціометричного методу дослідження структури колективу.*
- \* Назвіть найбільш характерну ознаку соціометричного аналізу.*
- \* Проілюструйте на гіпотетичних прикладах різновиди експертного опитування.*
- \* Вкажіть можливі способи зменшення стереотипізаційного впливу на результати інтерв'ювання.*
- \* Розкрийте фактори впливу на достовірність телефонного інтерв'ю.*
- \* Розташуйте у порядку важливості знання інтерв'юєрів.*
- \* Розташуйте у порядку важливості уміння інтерв'юєрів.*
- \* Розташуйте у порядку важливості особистісні якості інтерв'юєрів.*
- \* Назвіть основні етапи опитування.*
- \* Запропонуйте способи підвищення активності респондентів у:*

- поштовому анкетуванні;
- електронно-поштовому анкетуванні;
- інтернет-анкетуванні;
- очному анкетуванні;
- телефонному інтерв'юванні;
- очному інтерв'юванні.

## § 16. Плани інтерв'ю і анкети

В опитуванні, як зазначалось раніше, використовуються анкети (форми і опитувальники) та плани інтерв'ю. Ці засоби обстеження єднає той факт, що вони охоплюють низку запитань чи тверджень, відповіді на які чи ставлення до яких є джерелом інформації про об'єкт вивчення. Видається можливим виділити декілька груп запитань залежно від того, під яким кутом їх розглядати. До запитань кожної з виділених груп висуваються дещо специфічні вимоги.

**Запитання стосовно фактів.** Які головні вимоги висуваються до запитань такого характеру?

Запитання фактологічного характеру обов'язково супроводжуються запитаннями-фільтрами та запитаннями-пастками, мета яких з'ясувати рівень компетентності респондента у досліджуваній проблемі. Наприклад, при опитуванні на сімейно-побутові теми можна ввести фільтр за критерієм наявності дітей (*Наступні запитання стосуються тих, у кого є діти дошкільного віку чи учні молодшого шкільного віку*) або відповідне запитання-пастку на обізнаність респондента у проблемах виховання дітей дошкільного і молодшого шкільного віку. В такого роду запитаннях респондентів просять оцінити, наприклад, неіснуючу книгу видуманого автора. Трапляються випадки, що таку книгу читають до 10% респондентів. Осіб, які дають відповіді на такі запитання, справедливо запідозрюють в неуважності або некомпетентності.

У формулюванні запитань фактологічного характеру слід уникати оціночних суджень на кшталт: *багато – мало, добре – погано* тощо. Для цього є вагома підстава. На запитання *Скільки часу ви витрачаєте на читання газет?* 18% з тих, хто витрачає на читання газет 15 хвилин, і 46% з тих, хто витрачає на читання газет 1 годину, відповіли *багато*. Зрозуміло, що оцінки *багато – мало* придатні лише для характеристики суб'єктивного відношення, але ніяк не з точки зору інформації про реальну поведінку.

Запитання про події, що мали місце у минулому, варто супроводжувати запитаннями, що відтворюють загальний контекст ситуації. На запитання *В якому році ви подали свою першу раціоналізаторську пропозицію?* респонденти можуть впевнено відповідати, називаючи дату, але чим давніший термін вони вказують, тим він більш сумнівний. Як наслідок, зазначене запитання супроводжують низкою навідних на кшталт: *Згадаєте, де ви тоді працювали?, З чим була пов'язана пропозиція?, Як виникла її ідея?*

Максимальна деталізація події – хороша підстава для достовірності відомостей про неї.

Якою не була б тема опитування, дослідження переважно вимагає деяких відомостей про респондента особистісного характеру: стать, вік, освіта, стаж роботи, сімейний стан, розмір заробітку тощо. На перший погляд видається, що немає нічого простішого отримати достовірні відповіді на ці запитання. Насправді це далеко не так.

Насамперед доведено, що запитання такого роду доцільно задавати у закритому вигляді. Проте тут виникають труднощі групування. Тому дослідник має визначитись з тим, які порогові значення ознаки мають для нього значення, і чи узгоджуються вони з наявними статистичними даними. Потрібно також мати на увазі, що для більшості статистичних операцій з даними необхідні рівні інтервали, що ставить вимогу укрупнення наявних інтервалів з метою їх вирівнювання. Врешті, закриті запитання стосовно статусу мають формулюватися в термінах, що не допускають неоднозначного тлумачення.

**Запитання стосовно оцінок.** Запитання зазначеного змісту являють собою найскладнішу частину процедури опитування.

Загальну спрямованість інтересів, мотивів діяльності, ціннісних орієнтацій тощо виявляють, як правило, за допомогою проєктивних запитань. Респонденту пропонують набір ситуацій, які могли б трапитися у житті, і просять вказати найімовірніший варіант його поведінки чи судження в даних умовах.

При цьому корисно запитання на зміст доповнювати запитаннями на інтенсивність суджень. Так, доцільно фіксувати не тільки вибір (якій альтернативі віддав перевагу респондент), але й міру впевненості в його правильності. Тому кожний із виборів у запропонованих ситуаціях супроводжується запитанням: *В якій мірі ви впевнені у своєму виборі?* з варіантами відповіді: *цілком впевнений – впевнений – не дуже впевнений – важко сказати.*

Слід зазначити, що у з'ясуванні оцінок часто припускаються низки методологічних помилок на етапі формулювання запитань. Особливо некоректними є запитання, які навіюють певну відповідь. Тому замість запитання *Вам подобається ваша робота?* доцільно вживати нейтральну форму: *Якою мірою вас захоплює ваша робота?*

Стереотипні формулювання запитань викликають такі ж стереотипні відповіді. Тому не бажано в якості варіантів відповідей пропонувати судження: *праця – засіб існування; праця – засіб існування і морального задоволення; праця – джерело морального задоволення*, бо респонденти будуть прагнути відшукати найбільш поширений стереотип. Менш стереотипна формула забезпечує ширший діапазон оцінок: *робота добра, якщо добре оплачується; зарібок – головне, проте потрібно думати й про смисл роботи; головне смисл роботи, проте не варто забувати і про зарібок.*

Широко розповсюдженою помилкою є пропонування лобових запитань: *Чому ви так вважаєте?; Якщо так, то чому?* тощо. Щоб домогтися

розгорнутої відповіді, замість загального *чому*, бажано передбачити більш деталізовані запитання щодо: ситуації, в якій висловлюється оцінка; контексту сприймання респондентом події; змісту мотивів вчинку; атмосфери суспільної думки, в якій діяв суб'єкт; мотивів оцінки.

Варто звернути також увагу на такий тонкий аспект оціночної інформації, як асиметрія позитивного і негативного полюсів оцінок. Річ у тім, що люди тонко диференціюють негативну зону сприйняття подій чи фактів і грубіше – позитивну, що дає підстави швидше покладатися на відповіді негативної, ніж на відповіді позитивної зони.

Загалом з'ясування оціночних суджень – досить складна процедура. Тому, як правило, використовують техніку стадійного розгортання запитання: 1. Фільтруюче запитання, призначене для відсіювання некомпетентних. 2. Пряме запитання, що виявляє загальну спрямованість оцінки. 3. Дихотомічне запитання, що уточнює загальну спрямованість оцінки. 4. Уточнення основи оцінки. 5. Визначення інтенсивності оцінки.

**Відкриті і закриті запитання.** В опитуванні використовують відкриті (передбачають довільну відповідь) і закриті (передбачають вибір правильної відповіді із запропонованих варіантів) запитання; інколи пропонуються напіввідкриті запитання, до яких даються варіанти відповіді, а також респондент може дати власну відповідь, якщо такої немає у запропонованому переліку.

Відкриті запитання переважно використовуються на етапі визначення області дослідження. При цьому очікується, що відповідь у вільній формі дозволить виявити домінанту думок, оцінок, настроїв: люди відмічають ті сторони явищ чи говорять про те, що хвилює їх більш за все, домінує у їхній свідомості. Але найголовніше в тому, що реагуючи на запитання без варіантів відповіді, вони краще проявляють особливості своєї свідомості, свій образ думок. Такого роду запитання, крім зазначеного, використовуються також у якості контрольних.



Головний недолік відкритих запитань у тому, що висловлювані оцінки (відповіді на запитання) пов'язані з деякими невідомими досліднику рамками порівняння, які окреслюють контекст висловлених суджень. Зміна меж зіставлення суджень веде до зміни акцентів: домінуючі пункти інформації можуть опинитися на периферії, периферійні – пересунутися у центр уваги респондента.

Недолік відкритих запитань пов'язаний також з труднощами опрацювання даних. Просторі відповіді передбачають наступне групування і квантифікацію, а контент-аналіз відповідей – процедура складна і трудомістка. Проте найголовніше – тут вимагається мистецтво розшифрування реальних смислів, що вкладаються респондентами у судження, бо практична свідомість не є прямим аналогом теоретичної, яку дослідник використовує в подібних операціях контент-аналізу.

Закриті запитання дозволяють більш строго інтерпретувати відповіді респондентів, оскільки межі зіставлення оцінок визначаються набором єдиних для усіх респондентів відповідей. При цьому з'являється можливість не тільки виявити зміст суджень, але й зафіксувати інтенсивність оцінок. Прикладом закритого запитання і можливих відповідей на нього є: *Якою мірою вас задовольняють умови вашої роботи? (особливості умов праці; різноманітність роботи; робота заставляє думати; можливості кар'єрного просування; характер продукції, що випускається; стосунки з адміністрацією; фізичне навантаження під час роботи; заробіток – цілком задовольняє; задовольняє; не задовольняє; зовсім не задовольняє; це не має для мене істотного значення).*

Зазначені переваги ведуть до того, що закриті запитання у порівнянні з відкритими частіше використовуються дослідниками, правда, інколи без достатніх для цього підстав.

Головним у конструюванні закритих запитань та варіантів відповіді на них є впевненість дослідника в тому, що запропонована ним схема максимально повно відповідає потенційній різноманітності можливих поглядів

респондентів. Такої впевненості можна набути лише за умов ретельного пілотажу – випробування різних форм формулювання запитання та варіантів відповіді на нього до початку збору інформації.

У цілому, у виборі типу запитання (відкритого чи закритого) користуються критерієм доцільності, продиктованою конкретною дослідницькою ситуацією. Упорядковуючи відібрані запитання, намагаються їх чергувати з певним акцентом у бік відкритих і закритих запитань на початку і в кінці анкети чи плану інтерв'ю відповідно. При цьому дослідники пам'ятають, що інтерпретація відомостей, отриманих шляхом аналізу відповідей на закриті запитання з використанням відкритих у якості контрольних суттєво збагачується.

**Прямі і непрямі запитання.** У прямому запитанні передбачається відповідь, яку потрібно розуміти у тому ж смислі, як її розуміє респондент. Наприклад: *Якщо вас не задовольняють умови праці, не могли б ви вказати, що саме? (організація роботи; стосунки в робочому колективі; стосунки з керівництвом; нецікава робота; незручна змінність).* Непряме запитання ставиться у тому випадку, якщо зачіпаються проблеми, з яких респонденти не схильні висловлюватися відверто: *Якщо ви хотіли б перейти на іншу роботу, то куди саме? – в іншу школу (незадоволеність організацією, умовами праці, стосунками в колективі); хотів би змінити спеціальність (незадоволеність змістом роботи за спеціальністю і, можливо, бажання підвищити заробіток).*

**Особові і безособові запитання** стосуються оцінок і суджень еспондента, але в другому випадку оцінки носять безособовий характер. Так замість особового запитання *Як ви вважаєте...* задають безособове *Дехто вважає, що ....* При цьому очікується, що респондент вибере ті судження, яких він сам дотримується.

**Програмні і дочірні запитання.** Програмне запитання: *Чи належите Ви до тих учнів, які у крайньому випадку один раз у місяць читають вдома який-*

небудь додатковий матеріал до курсу історії? можна представити у вигляді дочірніх запитань: *Чи читаєте Ви вдома додатковий матеріал з історії? Коли Ви востаннє читали додатковий матеріал з історії? Який додатковий матеріал Ви востаннє читали?* Грубою помилкою є змішування програмних запитань, тобто формулювань, націлених на отримання запрограмованої інформації, і запитань-індикаторів, а точніше формулювань, адресованих респонденту. Одному програмному запитанню (індикату), як правило, відповідає декілька індикаторних запитань. Сумарна інформація за відповідями на індикаторні запитання складає шукану програмну інформацію. Наприклад, учням програмне запитання про можливий вплив оточуючих на вибір професії ні в якому разі не можна задавати в загальній прямій формі (*Що, як Ви вважаєте, вплинуло на Ваш вибір професії?*), а лише за допомогою ряду простих і більш зрозумілих запитань (*Яким чином Ви обрали це місце роботи? Ви вирішили самі, Вам порадили товариші, учителі, батьки? Вам зовсім не доводилось вибирати?*).

**Цільові і функціональні запитання.** В опитуванні можна виділити цільові і функціональні запитання, які служать для полегшення опитування, зняття напруги і втоми, відволікання уваги, допомагають сконцентруватися.

**Основні і контрольні запитання.** За допомогою контрольних запитань уточнюють, доповнюють відомості, отримані за допомогою відповідей на основні запитання.

У такому випадку, наприклад, запитання *У якій мірі вас влаштовує теперішня робота?*, яке супроводжується варіантами відповіді: *Роботою зовсім задоволений – Швидше задоволений, ніж не задоволений – Важко сказати – Швидше не задоволений, ніж задоволений – Зовсім не задоволений*, доповнюється двома контрольними запитаннями: *Чи хотіли б ви перейти на іншу роботу? (так – ні – не думав)* і *Якщо ви могли б вибирати нове місце роботи, чи повернулись би ви на попереднє місце? (так – ні – не знаю)*. В якості контрольних можна використовувати непрямі запитання, які передують пря-

мим. З такою ж метою можна використовувати безособові запитання, які передують особовим, а також, як уже зазначалось, відкриті, які передують закритим.

З метою підвищення достовірності даних опитування, їх уточнення та доповнення, крім контрольних запитань, вдаються також до контролю реальної ситуації варіантами проективної.

Загалом мистецтво побудови засобів опитування полягає в оптимальному поєднанні відкритих і закритих, прямих і непрямих, особових і безособових, цільових і функціональних, програмних і дочірніх, основних і контрольних запитань.

**Загальні вимоги до запитань та відповідей.** До запитань (тверджень) засобів опитування висуваються певні методичні вимоги.

1. Надто важка, а отже, малозрозуміла для респондентів мова – не менша небезпека, ніж наївне підтасування під стилістику і, ще гірше, під жаргон певної групи. Як наслідок, для кожного типу аудиторії бажано встановити оптимальну довжину речень, рівень складності граматичної структури та міру зрозумілості основних термінів. Щоб оцінити трудність запитання, враховують рівень компетентності, необхідність пригадування подій, уявлення ситуацій, підрахунків, порівняння значної кількості окремих фактів тощо. При цьому враховують специфіку культури і практичного досвіду опитуваної аудиторії. Сказане стосується змісту запитань, використовуваного словника, стилістики і загальної структури опитувальника (наприклад, при опитуванні робітників напевне недоцільно пояснювати наукові цілі виконаного дослідження, краще підкреслити його практичну значущість).

2. Неприпустиме формулювання запитань з подвійним запереченням. (Погано: *Ви не будете проти...?*; Краще: *Ви бажаєте...?*).

3. Запитання потрібно добирати так, щоб відповіді на них якомога точніше характеризували досліджувану властивість, уникаючи при цьому не-

однозначних запитань (Погано: *Ви витрачаєте багато часу на навчання?*; Краще: *Скільки часу Ви витрачаєте на навчання?*).

4. Запитання мають формулюватися у такій формі, щоб респондент не міг догадатися, на яку властивість вказує відповідь на дане запитання, і як потрібно відповідати, щоб отримати більше чи менше значення якісної протяжності досліджуваної властивості. У зв'язку з цим потрібно уникати навідних запитань (Погано: *Чому Ви ставитися прихильно до шкільних правил?*; Краще: *Обведіть кружечками правила, яких Ви дотримуетесь у своєму класі?*). Зазначене означає, що у доборі потрібно уникати прямих запитань, що стосуються загальної мети дослідження.

5. Кожне запитання повинно пов'язуватися хоча б з однією з виділених цілей у точних термінах мети опитування. Для цього потрібно якомога щільніше фокусувати запитання (Погано: *Чи учителі-жінки краще відповідають професійним вимогам початкової і середньої школи, ніж учителі-чоловіки?*; Краще: *Хто краще підходить для викладання у початковій школі чоловіки чи жінки?*).

6. У засобі опитування не може бути запитань, які психологічно погрожують респондентам.

7. Потрібно уникати використання суб'єктів і об'єктів, які можуть спричинити упереджене ставлення респондентів (Погано: *Ви підтримуєте директорську політику заборони паління?*; Краще: *Ви підтримуєте політику заборони паління?*).

8. Список для упорядкування інколи буває настільки широким, що респонденти втомлюються з наближенням до його кінця і з останніми позиціями працюють менш уважно, ніж з першими, або ж починає діяти сила інерції у відповідях. У такому випадку доцільно розчленити список на декілька блоків, утворити з блоків усі можливі комбінації і різним респондентам пропонувати для упорядкування списки, утворені з різних комбінацій блоків. Якщо, наприклад, перелічуються рубрики газети (21 найменування) і респонденти упо-

рядковуюють їх від *постійно читаю* до *не читаю взагалі*, то список з 21 найменування можна розбити на три частини: 1 – 7 (*a*); 8 – 14 (*b*); 15 – 21 (*c*). Тоді перша частина респондентів отримає список рубрик у послідовності *abc*, друга частина – у послідовності *bca*, третя – *acb*, четверта – *cba*, п'ята – *bac*, шоста – *cab*. Зміщення відповідей, пов'язані з різним рівнем уваги на початку і в кінці списку, будуть нівелюватися за законом великих чисел.

Загалом при доборі запитань з'ясовують дві обставини: чи здатні респонденти відповісти на запропоновані їм запитання і чи можна припустити, що вони дадуть відверті та правдиві відповіді.

До відповідей на закриті запитання теж висуваються певні методичні вимоги:

1. Варіанти відповіді мають охопити усі можливі випадки; якщо немає впевненості у цьому, то використовується напіввідкритий варіант, в якому залишають місце для додаткових коментарів і зауважень.

2. Формулюючи варіанти відповіді, варто пам'ятати, що:

- Респонденти частіше вибирають у списку перші варіанти, тому спочатку потрібно подавати найменш ймовірні варіанти відповіді.

- Чим довшою є відповідь, тим меншою є ймовірність її вибору, так як для усвідомлення смислу потрібно більше часу, а респондент не схильний його витратити, тому варіанти відповіді мають бути приблизно однакової довжини.

- Чим більш загальний (абстрактний) характер має відповідь, тим меншою є ймовірність її вибору, тому усі варіанти відповіді потрібно витримувати на одному рівні конкретності.

- Не можна комбінувати декілька ідей в одній фразі, наприклад: *робота цікава і добре оплачувана, робота добре оплачується, але не цікава* тощо. Замість цього потрібно окремо перелічити дві ознаки і запропонувати оцінити їх за інтенсивністю.

- Усі можливі варіанти відповіді мають бути надруковані на одній сторінці, щоб респондент міг охопити межі оцінки.

- Не можна подавати усю серію позитивних варіантів відповіді, а за нею серію негативних, варіанти відповіді мають бути перемішані, щоб не нав'язувати послідовністю вибір відповіді.

- Важливу роль в опитуванні виконує варіант, що передбачає можливість ухилитися від відповіді на запитання: *важко сказати, не пам'ятаю, не знаю*. Формула ухилення від відповіді підкреслює, що респонденту надається свобода вибору, що спонукає його сумлінно віднестися до опитування у цілому. Помічено, що відсутність такої формули там, де вона провокується змістом запитання, підвищує кількість тих, хто ухиляється від участі в опитуванні.

- Якщо відповідь передбачає вибір комбінації декількох варіантів із усіх можливих, то, звісно, на кількість варіантів у комбінації накладаються певні обмеження. Обмеження кількості варіантів у комбінації можуть бути жорсткими і нежорсткими. У першому випадку фіксується кількість варіантів, у другому випадку вимагається, щоб у відповіді респондента було не більше зазначеної кількості варіантів. У кожному із зазначених випадків не можна без окремого пояснення обмежувати вибір умовою: *Вкажіть не більше трьох найбільш важливих пунктів у переліку можливих занять у вільний час*. У наведеному нижче прикладі дослідник пояснює обмеження вибору: *Хоча у вас, ймовірно, не одне і не два улюблених занять у вільний час, просимо у запропонованому переліку вказати не більше трьох найбільш улюблених*. Загалом обмеження вибору є цілком доцільним, коли ставиться завдання виявити домінанту інтересу, мотивів тощо.

### **Принципи побудови засобу опитування:**

1. Засоби опитування будуються з урахуванням психології респондентів. Наприклад, при вивченні відношення до клубних закладів, здавалось би, логічно спочатку з'ясувати, чи респонденти відвідують клуби, а потім перейти

до спрямованого опитування тих, хто відповів стверджувально, а після них тих, хто не відвідує клуби. Проте, враховуючи, що у загальній масі учнів останніх більше, потрібно поступити інакше: в першу чергу формулювати запитання для усіх, потім для тих, хто відвідує клуби, після цього – для тих, хто не відвідує клуби, на завершення – знову для усіх респондентів. Поділ респондентів на групи відбувається, як зазначалося, за допомогою запитань-фільтрів.

2. Часткові запитання потрібно поміщати перед узагальнюючими, а саме, кожний блок часткових запитань має завершуватися узагальнюючим, оскільки одні і ті ж запитання, розташовані у різній послідовності, дають різну інформацію.

3. Перші запитання мають бути найпростішими, після них ідуть складніші (бажано фактологічні), потім ще складніші (оціночні), після них легші (знову фактологічні) і під кінець декілька запитань біографічного характеру.

4. У деяких індивідів проявляється ефект монотонного *за чи проти* реагування (“галло-ефект”). Вони, відповівши *так* на перше запитання, відповідають таким же чином на друге, третє, четверте і навіть п’яте запитання, якщо запитання однотипні (*Чи читаєте Ви матеріали про організацію навчання обдарованих дітей; про розвиток творчого потенціалу обдарованих школярів; про роботу методичних кабінетів відділів освіти з питань підготовки педагогічних кадрів до роботи з обдарованими школярами тощо*). Цей факт обумовлений явищем психологічної ригідності. Щоб запобігти спотворенню даних, використовують запитання-глушники, тобто перемішують однотипні запитання запитаннями іншого характеру. Інколи з такою метою використовують непотрібні запитання, єдине призначення яких – відволікти увагу, ліквідувати монотонність.

5. Інколи респонденту необхідно поставити запитання, щоб визначити, чи є він достатньо обізнаним для того, щоб відповісти на наступне запитання. За-



питуючи, до якого соціального класу належить респондент, дослідник ґрунтується на тому, що респондент знає, що таке соціальний клас, які є соціальні класи. Щоб переконатися у цьому, потрібно перед цим поставити запитання-фільтри. Фільтруючі запитання інколи бувають складними, тобто необхідно по чергово задати декілька запитань по дорозі до основного. При цьому слід дотримуватись певних рекомендацій (див. рис. 16.1):

- Не варто використовувати більше, ніж три запитання (два стрибки).
- Якщо використовуються два рівні, то стрибок доцільно представити графічно.
- Якщо можливо, кожний стрибок варто представляти на окремій сторінці.

На рис. 16.1 передається той факт, що респондента запитують чи курив він коли-небудь марихуану. Можливі відповіді: *так* і *ні*. Якщо *так*, то скільки приблизно разів респондент курив марихуану. Можливі відповіді: 1, 2 – 5, 6 – 10, 11 – 20, більше 20 разів.

Have you ever smoked marijuana?

Yes

No

If yes, about how many times have you smoked marijuana?

Once

2 to 5 times

6 to 10 times

11 to 20 times

more than 20 times

Рис. 16.1. Схема побудови фільтра засобу опитування

6. Кожне запитання супроводжується чіткою інструкцією, як на нього відповідати (помічено, що респонденти легше відмічають те, що відповідає їх думці, ніж відхиляють те, що не відповідає їх думці).

7. Усі запитання нумеруються по порядку, а варіанти відповіді позначаються буквами чи цифрами в дужках.

8. Сміслові блоки засобу опитування мають бути приблизно однакового об'єму. Домінування того чи іншого блоку неодмінно позначається на якості відповідей на запитання інших блоків. Наприклад, детально опитуючи про умови праці, а потім пропонуючи 2 – 3 запитання на умови побуту, ми даємо респонденту зрозуміти, що перше важливіше, і цим самим спричиняємо на нього тиск.

9. Усі смислові розділи розпочинаються особливими вступними поясненнями.

10. Сміслові блоки засобу опитування розташовуються у такій послідовності:

- Вступна частина, в якій зазначається, хто і для чого проводить опитування, як будуть використані дані, подається інструкція щодо заповнення засобу опитування і способи його повернення. У вступі не варто писати: *Нам цікавить ...*, такий зворот швидше викличе у респондента відразу, ніж бажання допомогти, а тому краще підкреслити активну позицію респондента: *Ваші судження допоможуть....* Інколи у вступі помилково цитують офіційні документи, підкреслюючи його значущість, або стають перед респондентом на коліна, вживаючи: *Дорогий друже,....* Недоцільно давати заголовок засобу опитування і вказувати прізвища його авторів (у цьому випадку респондент зрозуміє, що дані використовуватимуться не тільки в суспільних, а й особистих цілях: підготовка наукової публікації, що не сприяє отриманню об'єктивної інформації). У більшості випадків підкреслюється гарантія анонімності: *Це дослідження проводиться виключно з науковою метою, і*

*зібрані дані будуть використані в узагальненому вигляді.* Варто пояснити призначення засобу опитування, який не має відношення до ідентифікації респондента, а потрібний лише для контролю загального масиву. Респондентам можна запропонувати підписувати засоби опитування вибраним для себе псевдонімом. Дослідник у такому випадку знає прізвище, ім'я і псевдонім респондента, проте стороння людина в це не посвячена.

- Вступні запитання виконують дві функції: зацікавлюють респондента і максимально полегшують його включення в роботу, тому вони мають бути легкими (як правило фактологічного змісту).

- Основна частина.

- Заключні запитання за змістом мають бути відносно неважкими, оскільки, працюючи з засобом опитування, респонденти втомлюються. Як правило, це запитання про біографічні дані респондента.

- Заклучна частина, в якій висловлюється подяка за співпрацю у проведенні опитування.

- Бажано використовувати різноманітні шрифти. Різними шрифтами набирають вступ, запитання, інструкцію щодо відповідей, варіанти відповіді.

- Щоб оживити текст, використовують також рисунки.

- Верстка анкети має відповідати вимогам простоти і зручності як для респондента, так і для дослідника.

**Особливості побудови планів інтерв'ю.** Запитання, що використовуються в усному опитуванні, на додаток до загальних вимог, що висуваються до засобів опитування у цілому, мають:

- Не носити випадкового характеру.
- Бути лаконічними, конкретними і зрозумілими.
- Не суперечити педагогічному такту.
- Формулюватися розмовною мовою.

Готуючись до інтерв'ю, дослідник:

- Кожне запитання формулює двома чи більшою кількістю способів.

- Частину запитань формулює з тією метою, щоб перевірити об'єктивність відповідей на попередні запитання.

- Передбачає резервні запитання для похлих респондентів.

- Шукає іншу точку зору у колег на сформульовані запитання.

Загалом запитання потрібно формулювати і задавати в такий спосіб, щоб заохотити респондентів відповідати на них. Манера дослідника у зв'язку з цим є дуже важливим фактором отримання позитивного результату.

**Технологія розроблення засобу опитування.** Потрібно зазначити, що розроблення хорошого засобу опитування – це мистецтво, яке потребує чималої експериментальної практики. Наведені нижче рекомендації можуть стати у пригоді. Розробляючи засіб опитування, дослідник:

1. Визначає, що планує з'ясувати за допомогою опитування.

2. Записує якомога більше ідей щодо того про що і як запитувати.

3. Пропонує рецензенту прокоментувати свої рішення.

4. Формулює запитання (з надлишком) з врахуванням зауважень рецензента.

5. Пропонує сформульовані запитання рецензенту.

6. Відбирає запитання з врахуванням зауважень рецензента.

7. Аналізує запитання. При цьому дослідник з'ясовує:

- Чи потрібний вибраний рівень деталізації? Наприклад, необхідно знати вік кожного респондента чи можна обмежитися кількістю респондентів у кожній віковій групі.

- Чи не є запитання надто загальним?

- Чи може запитання бути неправильно трактованим? Наприклад, ставлячи запитання про мас-медіа, дослідник має на увазі газети, радіо чи телебачення?

- Чи потрібно використовувати декілька запитань в одному? Іноді необхідно ставити декілька запитань в одному, оскільки один термін не покриває усі можливі випадки. Наприклад, запитуючи про дохід, необхідно перелічити

усі джерела, бо респондент може опустити якийсь з них. Інколи необхідно ставити додаткові запитання з тієї причини, що у відповіді на основне запитання недостатньо інформації, щоб правильно її інтерпретувати. Наприклад, запитуючи про ставлення до католицизму, не можна не запитати про ставлення до релігії взагалі та до релігійних організацій у тому числі. Інколи виникає потреба задати додаткове запитання тому, що основне запитання не визначає інтенсивності ставлення респондента.

- Чи потрібно, щоб запитання було більш специфічним? Інколи ми ставимо надто загальні запитання, а тому інформацію, яку одержуємо, важко інтерпретувати. Наприклад, замість того, щоб запитувати наскільки подобається респонденту книжка, можна запитати чи порекомендує він її іншим.

- Чи не є запитання надто прямим?
- Наскільки персоніфіковано запитання?
- Чи носить запитання відтінок позиції автора засобу опитування?
- Чи будуть респонденти давати правдиву відповідь на запитання?
- Аналізує припущення щодо відповідей, які стоять за запитанням?

Перевіряючи запитання на предмет відповідності задуманому опитуванню, дослідник вилучає ті, що не відповідають наміченим цілям. Це дуже важливо з тієї причини, що об'єм опитувальника є важливим фактором успіху опитувального дослідження.

Загалом, аналізуючи кожне запитання засобу опитування, дослідник запитує себе, чи це те запитання:

1. Яке можна задати в такий спосіб, як воно записане?
2. Яке означатиме одне і те ж для усіх обстежуваних?
3. На яке респонденти зможуть відповісти?
4. На яке суб'єкти, залучені до обстеження, захочуть дати відповідь?

Для кожного із запитань, яке претендує бути включеним до засобу опитування, потрібно отримати чотири позитивних відповіді, в противному випадку його потрібно вилучати.

8. Упорядковує запитання. При цьому дослідник виходять з того чи:

- Відповідь на запитання пов'язана з попередніми запитаннями?
- Чи є відведене місце для запитання оптимальним стосовно інтересу респондента?
- Чи одержало запитання достатньо уваги?

У формулюванні запитань засобу опитування інколи використовують ієрархічний підхід, починаючи з найширших, найбільш загальних запитань і закінчуючи найбільш вузькими, специфічними. Один з методологів наводить приклад опитування, яке ставить за мету з'ясувати, чому багато вчителів згорають і залишають вчительську працю через декілька років. Він припустив, що причиною цього є три фактори, економічний, умови праці й усвідомлення соціального статусу. Довкола цих факторів він структурує запитання засобу опитування. Для прикладу розглянемо запитання економічного спрямування: *Чи спонукають економічні фактори вчителів рано залишати учительську кар'єру?*

А. Чи залишають учителі освітню діяльність через неадекватний річний прибуток?

- Чи залишають учителі учительську працю через те, що їхня місячна зарплата впродовж навчального року є надто малою?
- Чи залишають учителі учительську працю тому, що вона не оплачується в літні місяці?
- Чи залишають учителі учительську працю тому, що їхня зарплата спонукає їх підпрацьовувати в іншому місці впродовж навчального року?
- Чи залишають учителі учительську працю тому, що нестача коштів спонукає їх шукати підробіток у літні місяці?

Б. Можливо, учителі залишають учительську працю через структуру своєї оплачуваної шкали?

- Можливо учителі залишають учительську працю тому, що верхня межа їхньої оплатної шкали є надто низькою?
- Можливо учителі залишають учительську працю тому, що темп просування по оплатній шкалі є досить низьким?

В. Учителі залишають учительську працю через неадекватні заохочувальні вигоди?

- Учителі залишають учительську працю тому, що неадекватним є страхування здоров'я?
- Учителі залишають учительську працю через неадекватне страхування життя?
- Учителі залишають учительську працю через неадекватні вигоди по виході на пенсію?

Ієрархічний набір запитань допомагає ідентифікувати категорії проблем, спрогнозувати специфічні проблеми всередині кожної категорії і запропонувати відповідні запитання.

9. Формулює варіанти відповіді за закриті запитання.
10. Організовує експертну оцінку засобу опитування.
11. Вносить корективи у засіб опитування за результатами його експертизи.
12. Випробовує засіб опитування на вибірці.
13. Вносить відповідні корективи до засобу опитування.
14. Використовує засіб опитування у масових дослідженнях.
15. Вносить корективи у засіб опитування.
16. Розробляє методику опрацювання результатів опитування.

**Проба засобу опитування.** У педагогічних дослідженнях мають місце випадки, коли доводиться користуватися готовими засобами опитування, перевіреними на валідність і надійність. Проте це буває не так часто. Далеко

не для всіх характеристик об'єктів вивчення розроблено відповідні засоби опитування. До того ж, не рідко наявні засоби не доступні для використання через відсутність упорядкованої їх бібліотеки. Крім того, дослідники, особливо початкуючі, особливо не переймаються пошуком необхідного засобу опитування і беруться за розроблення власного. При цьому вони діють відповідно до наведених вище рекомендацій.

Зокрема у процесі розроблення засобу опитування дослідник, як зазначалось вище, його випробовує. Для цього він тиражує розроблений засіб опитування у кількості 25 – 30 примірників, які використовуються у роботі з дослідною групою респондентів. Випробувальне використання розробленого засобу опитування виконується з метою з'ясування чи:

1. Витримано усі вимоги до мови засобу опитування (чи не трапилось так, що для частини респондентів мова надто важка, в той час як для іншої частини вона надто легка).

2. Усі запитання і варіанти відповідей зрозумілі.

3. Не являються запитання надто абстрактними або надто конкретними.

4. Компетентні респонденти для відповідей на запитання (що робить не доречним включення фільтрів на компетентність).

5. Немає небезпеки втомити респондентів (якщо так, то як цього уникнути, як знизити монотонність запитань засобу опитування).

6. Відповідають респонденти на запитання про минулі події.

7. Немає небезпеки отримати «догідливі» і стереотипні відповіді.

8. Не надто багато пропонується варіантів відповіді на запитання (чи зможуть респонденти справитися з такою кількістю варіантів; якщо ні, то як скоротити їх кількість).

9. Немає небезпеки викликати недовіру та інші негативні емоції в респондентів.

10. Не надто запитання персоніфіковані та сфокусовані на інтимних сторонах життя респондентів.



11. Усі відповіді потрібно сприймати буквально (якщо ні, то які відповіді потрібно сприймати не в прямому сенсі).

12. Все в порядку з боку графічного оформлення засобу опитування (чи немає переносів у смислових частинах, чи виділені різні структурні елементи засобу опитування, чи немає монотонності в оформленні).

Слід зазначити, що на етапі випробування засобу опитування його, крім зазначеного вище, перевіряють на валідність і надійність.

**Класифікація опитувальників.** Раніше зазначалося, що в опитуванні використовують плани інтерв'ю, форми та опитувальники. Форма – це засіб опитування для отримання інформації про обстежуваного, яка не має безпосереднього відношення до його особистісних якостей. Такі засоби опитування використовуються для отримання даних про історію життя людини (рівень і характер освіти, спеціальні навички тощо). На думку А. Анастасі, анкетні дані є валідними для передбачення результатів діяльності у різноманітних сферах. Опитувальники спрямовані на фіксацію різноманітних особистісних властивостей респондентів. Плани інтерв'ю поєднують перше і друге. Наявні опитувальники прийнято певним чином класифікувати:

1. Опитувальники інтересів призначені для фіксації інтересів респондентів. Спочатку використання опитувальників інтересів було пов'язане з отриманням відповіді на запитання: чи погодиться обстежуваний на виконання певного конкретного виду діяльності. Потім дані, одержані за допомогою опитувальників інтересів, почали розглядатися у взаємозв'язку з різними особистісними особливостями. Найпоширенішими опитувальниками інтересів є опитувальники Е. Стронга (1938), Г. К'юдера (1963, 1968), Стронга – Кемпбелла (1974). Зазначені опитувальники побудовані на різних теоретичних засадах. В опитувальнику Стронга, зокрема, виявляються чотири пари інтересів: 1. Подібність інтересів обстежуваного до інтересів осіб, що досягли значних успіхів у певному виді діяльності. 2. Подібність інтересів обстежуваного з типовими чоловічими і жіночими інтересами. 3. Міра зрілості інтересів

(шляхом порівняння результатів для осіб різного віку, але з однаковими інтересами). 4. Міра професійної підготовки. Характерним для методики Стронга є діагностика інтересів до вузької сфери діяльності.

2. Опитувальники мотивів дозволяють визначити, на що спрямована активність індивіда (мотив, як причина, що визначає вибір спрямованої поведінки). До найбільш відомих опитувальників мотивів відноситься розроблений А. Едвардсом “Список особистісних переваг” (1954), до якого входять, наприклад, потреба у досягненні успіху, потреба у повазі, потреба у лідерстві тощо. Крім цього опитувальника, використовується “Форма вивчення особистості” Д. Джексона тощо.

3. Опитувальники типологічні побудовані на основі зіставлення відповідей респондентів з усередненим типом особистості. До цієї групи відносяться Г. Айзенка особистісні опитувальники, Міннесотський багатоаспектний особистісний опитувальник тощо.

4. Опитувальники установок обстежують ставлення респондентів до певного явища, процесу, події, предмета тощо. Початок опитувальникам установок було покладено працею Л. Терстоуна і Е. Чейва “Вимірювання установок” (1929). В обстеженні установок використовують таку послідовність дій: вибір установки, яка підлягає обстеженню; збір великої кількості висловлювань по суті даної установки; оцінка групою експертів кожного із остаточно відібраних висловлювань за, як правило, 11-бальною шкалою; статистичне опрацювання результатів. Дещо інший підхід до побудови опитувальників установок був запропонований Р. Лайкертом.

5. Опитувальники цінностей призначені для обстеження цінностей і ціннісних орієнтацій особистості. Оскільки цінності формуються в процесі засвоєння соціального досвіду і проявляються в інтересах, установках та інших проявах психіки, то опитувальники цінностей дуже близькі до опитувальників інтересів, установок, мотивів. Одним з найбільш відомих опитувальників цінностей є опитувальник Олпорта – Вернона – Ліндсея.

б. Опитувальники рис особистості. Прикладом такого опитувальника є опитувальник “Шістнадцять особистісних факторів”.

Зазначеним переліком множина добре і мало відомих опитувальників не вичерпується. Більше того, чимало психічних характеристик особистості поки що знаходяться поза увагою розробників валідного і надійного інструментарію фіксації їх якісної протяжності. До того ж, існує звиклий погляд, що опитувальники малоприсадатні і не представляють високої цінності. Водночас практика свідчить, що добротню побудований опитувальник може надати достовірні знання щодо того, як індивіди мислять, і того шляху, який вони використовують в оцінці ситуацій.

Аналіз опитувальників свідчить про те, що вони відрізняються між собою щонайменше за двома ознаками. Насамперед кожний опитувальник розроблений для фіксації якісної протяжності певної строго визначеної властивості об’єкта вивчення. З іншого боку опитувальники відрізняються між собою за своєю морфологією (специфікою запитань та відповідей на них). Зокрема на основі характеру закритих запитань та відповідей на них можна виділити:

- Опитувальники, в яких на кожне закрите запитання пропонується декілька варіантів відповіді (як правило чотири); респондент до кожного запитання добирає свою відповідь із запропонованих.

- Опитувальники, в яких у лівій колонці записується низка запитань, а у правій колонці перемішано подаються відповіді на них; респондент до кожного запитання шукає відповідну відповідь.

- Опитувальники, в яких низка об’єктів упорядковується за висунутою ознакою. Модифікаціями цього методу є випадки, коли респонденту пропонують зробити обмежений чи необмежений вибір із запропонованого переліку. Частота вибору кожного об’єкта за результатами обстеження вибірки респондентів дозволяє досліднику встановити вагу кожного з них.

- Опитувальники, в яких респондент дає оцінку кожному із наведених тверджень. При цьому використовують різні шкали:

✓ Якщо пропонується вибір між двома словесно позначеними альтернативами, то маємо справу з семантичним диференціалом, побудованим з врахуванням ідей Осгуда (*На мою думку, практичні заняття з хімії корисні □□□□□ некорисні*).

✓ В опитувальниках Лайкерта респондент передає своє ставлення до запропонованих йому тверджень за допомогою пунктів *цілком погоджуюсь – погоджуюсь – важко сказати – не погоджуюсь – зовсім не згодний*.

✓ Конструктивно іншим є опитувальник Перрі:

<i>Для того, щоб здати курс, я маю засвоїти тільки те, про що говорив викладач</i>	□ □ □ □ □ □	<i>Я не можу покладатися тільки на викладача. Частина моїх знань – це самостійно здобуті знання</i>
--	-------------	---

Для підвищення надійності результатів опитування інколи доводиться користуватися розщепленими засобами. Техніку використання розщепленого опитувальника можна проілюструвати на такому прикладі (див. табл. 16.1).

Нехай дослідник ставить за мету за результатами опитування зафіксувати рівень задоволення педагогів своєю роботою. З цією метою він проектує опитувальник зі шкалою з п'яти пунктів. Кожному пункту відповідають два судження; непарні пункти утворюють першу, а парні – другу половину опитувальника.

Таблиця 16.1. Розщеплення шкали

Рівень задоволення спеціальністю	Пункти непарної і парної половин опитувальника
(А) Спеціальність дуже подобається	(a1) Вважаю свою спеціальність кращою за усі інші (a2) Моя спеціальність одна з найкращих
(В) Спеціальність швидше подобається, ніж ні	(b1) Вважаю, що моя спеціальність не гірша за багато інших (b2) Вважаю, що є спеціальності на багато гірші, ніж моя
(С) До спеціальності ставиться байдуже	(c1) Моя спеціальність не гірша – не краща за інші (c2) Подобається чи не подобається

	спеціальність – не знаю
(D) Спеціальність швидше не подобається	(d1) Вважаю, що є багато спеціальностей, кращих за мою (d2) Моя спеціальність гірша за багато інших
(E) Спеціальність зовсім не подобається	(e1) Це одна з гірших спеціальностей (e2) Більшість інших спеціальностей кращі за мою

Після цього усі десять суджень непарної і парної половин опитувальника перемішуються у довільному порядку. Респондентам (не менше, ніж 50 особам) пропонують набір з десяти суджень з проханням вказати свою згоду чи незгоду по кожному з тверджень. Після опитування дані групуються за двома шкалами окремо: a1, b1, c1, d1, e1 і a2, b2, c2, d2, e2. Після цього зіставляють отримані дані (якщо кореляція між ними достатньо висока, то половини можна розглядати як частини єдиного засобу обстеження). У випадку необхідності окремі судження видозмінюють, щоб отримати задовільну кореляцію. Після цього опитувальник утворюють усі 10 суджень, які у випадковому порядку пропонують загальним списком. У загальному показнику для даного індивіда додаються усі бали ( $a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1$ ), одержані ним за результатами згоди з запропонованими твердженнями. Шкала в такому випадку матиме десять пунктів (від 10 – найвищий рівень задоволення спеціальністю до 2 – найнижчий рівень задоволення спеціальністю). Якщо, наприклад, індивід виявив згоду з пунктами a1 і b2, то рівень його задоволення своєю спеціальністю рівний 9.

Звісно, що досліджувана властивість може характеризуватися не одним, а декількома аспектами. Тоді для кожного з аспектів розробляється розщеплена шкала за аналогією до розглянутого випадку. При цьому якісна протяжність досліджуваної властивості виражається сумою набраних балів для кожного з її аспектів.

### **Запитання**

- \* *Які вимоги висувуються до запитань про події і факти?*
- \* *У який спосіб уникають лобових запитань?*

- \* *До яких наслідків призводить асиметрія позитивного і негативного полюсів оцінок?*
- \* *Які запитання називаються відкритими?*
- \* *Які запитання називаються закритими?*
- \* *Які запитання називаються напіввідкритими?*
- \* *Коли доцільно використовувати відкриті запитання?*
- \* *Коли доцільно використовувати закриті запитання?*
- \* *З чого виходять при конструюванні можливих варіантів відповіді на закриті запитання?*
- \* *Яких вимог дотримуються при формулюванні закритих запитань?*
- \* *У яких випадках доцільно використовувати особові, а в яких – безособові запитання?*
- \* *На які запитання дає відповідь пілотне випробування засобу опитування?*
- \* *У якій пропорції варто поміщати в засобі опитування вступні, основної частини і заключні запитання?*
- \* *Чим відрізняється форма від опитувальника?*
- \* *На яких теоретичних засадах побудовані опитувальники Осгуда, Лайкерта і Перрі?*
- \* *Які засади можна використати у побудові опитувальників?*

### **Завдання**

- \* *Наведіть приклад запитання, що навіює певну відповідь.*
- \* *Наведіть приклад стереотипного судження.*
- \* *Наведіть приклад проєктивного запитання.*
- \* *Проілюструйте на прикладі техніку розгортання запитання.*
- \* *Назвіть переваги і недоліки відкритих запитань.*
- \* *Назвіть переваги і недоліки закритих запитань.*
- \* *Наведіть приклад прямого запитання.*
- \* *Наведіть приклад непрямого запитання.*
- \* *Розгорніть програмне запитання декількома дочірніми запитаннями.*

- \* *Наведіть приклад особового і безособового запитань.*
- \* *Наведіть приклад основного і контрольного запитань.*
- \* *Наведіть приклад функціонального запитання.*
- \* *Перелічіть загальні вимоги до запитань засобу опитування.*
- \* *Перелічіть загальні вимоги до відповідей на закриті запитання.*
- \* *Перелічіть принципи побудови засобу опитування.*
- \* *Проілюструйте у дії кожний з принципів побудови засобу опитування.*
- \* *Перелічіть етапи створення засобу опитування.*
- \* *Назвіть вимоги до запитань усного опитування.*
- \* *Назвіть види опитувальників.*

## **§ 17. Тестування**

**Загальні відомості про тестування.** Тестування – стандартизоване випробування, призначене для встановлення якісної протяжності індивідуально-психологічних відмінностей. У найбільш загальному випадку тестування застосовують з метою обстеження психічних характеристик індивідів, а також результатів їхньої навчальної чи виробничої діяльності. Як наслідок, виокремлюють психологічне і педагогічне тестування. Слід зазначити, що про досягнення навчальної і виробничої діяльності індивідів судять також за результатами виконання респондентами контрольних робіт. У цьому випадку респонденту пропонують низку завдань без варіантів відповіді на них і за кількістю правильно розв'язаних завдань судять про значення якісної протяжності досліджуваної властивості.

У психологічному тестуванні респонденту пропонують низку завдань і за характером реакції на них судять про притаманність йому психічної характеристики, що пов'язана з реакцією. Поряд з цим, у такого роду тестуванні використовуються завдання для виконання; у цьому випадку респондент записує результат розв'язання або вибирає відповідь із запропонованих варіантів, і за

кількістю правильних відповідей судять про якісну протяжність обстежуваної характеристики..

У педагогічному тестуванні обстежують знання та уміння респондента. Для цього йому пропонують набір запитань і завдань з варіантами відповіді на них або без таких. За результатами кількості правильних відповідей судять про значення якісної протяжності властивості, яка “розчинена” у запропонованих запитаннях і завданнях.

У педагогічних дослідженнях тестування використовується з різною метою. Насамперед тести використовують для того, щоб встановити загальні досягнення учня з певного навчального предмета. Поряд з цим дослідник може цікавитись, наприклад, тим, як учні: опанували специфічними уміннями; як глибоко вони засвоїли певну концепцію; у вивченні яких тем вони відчують найбільші труднощі. Крім того, психічні характеристики учасників навчального процесу часто теж перебувають у центрі уваги дослідників.

У тестуванні, як впливає із зазначеного вище, використовують засоби обстеження – тести, які структурно складаються з двох частин: запитань і завдань та відповідей або відведеного для них місця. При цьому можливі такі випадки. У першому випадку до кожного запитання і завдання подаються варіанти відповіді (як правило чотири), одна з яких правильна, усі інші – ні. У процесі тестування респондент вибирає із запропонованих варіантів відповіді правильну. У другому випадку тест містить низку запитань та завдань і стільки ж відповідей, випадково розміщених щодо запитань і завдань. У процесі тестування респондент зіставляє запитання і завдання з правильними відповідями. У третьому випадку респондент розв’язує завдання і до кожного з них записує одержані розв’язки. У четвертому випадку респондент певним чином реагує на запропоноване завдання. У першому і другому випадках відповіді називають фіксованими, у третьому і четвертому – вільними. Пошук відповідей на запитання та розв’язання завдань обмежені у часі.



Загалом у психологічному та педагогічному тестуваннях використовується надзвичайно велика кількість тестів, що створює певні труднощі у їх класифікації. Водночас спроби розв'язання цього завдання не позбавлені сенсу.

**Типологія тестів.** Автором першого тесту вважають Ф. Гальтона. Зазначений термін у науковий обіг ввів Дж. Кеттел (1890 р.). Тести поділяють на вербальні і практичні, апаратурні і бланкові, індивідуальні і групові, загальних здібностей (інтелекту) і спеціальних здібностей, досягнень і креативності тощо. У вербальних тестах завдання представлені у словесній формі. У практичних тестах завдання представлені у не вербальній формі. Апаратурні тести передбачають використання технічних засобів у процесі обстеження. Бланкові тести – це папір-олівець тести. Індивідуальні тести призначені для обстеження одного індивіда. Групові тести дозволяють одночасне обстеження групи індивідів. За допомогою тестів загальних здібностей визначають рівень інтелектуального розвитку індивіда. Тести спеціальних здібностей використовуються при визначенні спеціальних здібностей респондентів та міри їх розвитку. Слід зазначити, що тести спеціальних здібностей широко використовуються у зв'язку з необхідністю діагностики придатності конкретного індивіда до конкретної спеціальної діяльності. Звісно, що таких тестів мало б бути рівно стільки, скільки спеціальних здібностей виокремлюють психологи. Такі тести інакше називають діяльнісними. За допомогою діяльнісних тестів визначають досягнення людини у конкретній галузі діяльності. Тести досягнень зорієнтовані на діагностику знань та умінь респондентів. До тестів креативності вдаються у випадку діагностики творчого потенціалу респондентів.

Окрему дещо специфічну групу тестів утворюють проєктивні тести. У таких тестах немає відповідей, які потрібно вибрати чи дати. Прикладами таких тестів є: Rorschach Ink Blot, Thematic Apperception Test тощо. У першому випадку суб'єкту пропонують чорнильні плями і йому потрібно провести з ними

певну аналогію. В другому випадку із набору малюнків потрібно утворити сюжетну послідовність.

У тесті Роршаха респонденту пропонують 10 карточок з зображенням різних конфігурацій, виконаних за допомогою чорнильних плям. Самі по собі ці чорнильні зображення нічого не означають, але обстежуваний намагається надати їм певного смислу і починає фантазувати. За сукупністю описів кожної з картинок, цілком побудованих на асоціаціях та уяві, дослідник намагається визначити в респондента домінуючі мотиви, емоції, приховані імпульси відношення до дійсності. У тесті ТАТ здійснюється тематична оцінка сюжету. Респонденту пропонуються реальні картинки, за якими він придумує розповідь. Оцінка результатів тесту зводиться до виявлення домінуючих мотивів, прихованих імпульсів, тривожності, домінуючого ставлення до реальності. Крім зазначеного, в проєктивних методиках використовують прийом незавершеної фрази.

Особливість проєктивних процедур у тому, що стимулююча ситуація набуває смислу не внаслідок свого об'єктивного змісту, а з причин, пов'язаних з суб'єктивними схильностями респондента. Спочатку проєктивні процедури застосовувались психіатрами для виявлення прихованих, не усвідомлюваних суб'єктом розладів. Проте згодом проєктивні методики народилися вдруге поза зв'язком із психоаналізом і клінічною практикою.

Крім зазначеної класифікації, перелічені типи тестів можна поділити на тести результативності і швидкості. Тести на результативність зорієнтовані на факт розв'язання завдань. Тести на швидкість зорієнтовані на швидкість правильного розв'язання завдань. З іншого боку, тести можна поділити на стандартизовані і не стандартизовані.

**Тести інтелекту і досягнень та контрольні роботи.** Аналіз свідчить, що найчастіше у педагогічних дослідженнях використовують тільки що зазначені засоби обстеження.

Тести загальних здібностей (інтелекту) використовуються для визначення значень якісної протяжності інтелектуальних здібностей респондентів. Показником якісної протяжності інтелектуальних здібностей індивіда є коефіцієнт інтелекту IQ. Коефіцієнт інтелекту у науковий обіг ввів В. Штерн (1912р.), який звернув увагу на певні недоліки процедури вираження інтелекту індивіда через його розумовий вік і запропонував визначати рівень розвитку інтелектуальних здібностей респондента за допомогою співвідношення:

$$IQ = \frac{A_m}{A_{ch}} \times 100, \quad (17.1)$$

де  $A_m$  – розумовий вік респондента;

$A_{ch}$  – істинний вік респондента.

Показник якісної протяжності інтелектуальних здібностей індивіда часто використовують в педагогічних дослідженнях, оскільки експериментальні і контрольні групи мають бути тотожними щодо IQ, інакше важко робити висновки щодо ефективності використаних навчально-розвивальних процедур.

Під тестом досягнень розуміють серію коротко і точно сформульованих запитань і завдань, на які респондент дає відповіді. Серед найбільш вживаних тестів навчальних досягнень можна назвати California Achievement Test, Stanford Achievement Test, Comprehensive Tests of Basic Skills, Iowa Tests of Basic Skills, Metropolitan Achievement Test, Sequential Test of Educational Progress. В Україні такими тестами, наприклад, є ті, що використовуються у процесі незалежного оцінювання навчальних досягнень випускників загальної середньої школи.

Тестами досягнень переважно визначають знання фактів, розуміння теорії та уміння її практичного використання. Для цього формулюють запитання чи завдання і пропонують вибрати правильну відповідь із запропонованих або записати свою. При цьому правильна відповідь має бути не набагато достовірнішою за неправильні, а неправильні відповіді не надто безглуздими. У тестах зіставлення респондент знаходить зв'язки між фразами і словами, що знаходяться у різних місцях у двох стовпчиках чи між завданнями (запитан-

нями) і правильними відповідями. При цьому у правому стовпчику має бути на 2 – 3 позиції більше, ніж у лівому. В окремих випадках варіанти відповіді не пропонуються, і дисертант записує їх на основі відтворення у пам'яті чи розв'язання. У дидактичних цілях доцільно користуватися комбінованим тестом, у якому містяться завдання різного типу.

Загалом тести досягнень виконують такі функції:

- дидактичну (визначення рівня знань і умінь);
- вивчення респондентів (їх диференціація на основі знань та умінь з предмета);
- прогностичну (вияснення, чи володіють респонденти тими знаннями і уміннями, наявність яких необхідна для засвоєння наступного навчального матеріалу);
- порівняльну (порівняння різних груп, класів тощо);
- зворотного зв'язку (надання інформації педагогам про знання респондентів);
- навчальну (аналіз відповідей після проведення тестування);
- зрівняльну (вирівнювання вимог, що пред'являються до навчального процесу).

Тести досягнень дають можливість за порівняно короткий відрізок часу виявити знання чи уміння великої кількості респондентів з окресленого програмними вимогами кола. Діагностика результатів навчання за допомогою тестів успішності у порівнянні з іншими видами перевірки знань та умінь займає набагато менше часу. Використання тестів досягнень сприяє підвищенню об'єктивності оцінки знань та умінь респондентів.

Водночас тести досягнень не позбавлені і деяких недоліків. Причиною неправильної відповіді можуть бути не тільки недоліки у знаннях і уміннях, але й неправильне розуміння запитання чи завдання респондентом. Використовуючи тести досягнень (особливо у випадку наявності альтернативних відповідей), не завжди можна з'ясувати, як респондент знайшов правильну від-

повідь: шляхом логічного мислення чи випадково. Масове використання тестів досягнень у навчальній практиці іноді приводить до механічного засвоєння навчального матеріалу.

Слід зазначити, що тести досягнень часто використовують в освітній і дослідницькій практиці для виявлення рівня засвоєння респондентами програмних знань та умінь, проте інколи не звертають належної уваги на методику їх складання. Як наслідок, завдання носять випадковий характер, а тому з їх допомогою не вдається з'ясувати те, заради чого вони розроблялися.

Тож, методи діагностики знань та умінь респондентів шляхом тестування повинні задовольняти таким вимогам:

- Об'єктивність оцінки: результати не повинні залежати від особистості автора тесту.
- Строга регламентованість умов діагностики й опрацювання результатів.
- Валідність тесту стосовно опанованого респондентами навчального матеріалу: у процесі тестування потрібно визначати саме те, що хочуть з'ясувати за допомогою діагностики. А отже, розробляючи засіб обстеження досягнень, потрібно виходити з мети діагностики: знання фактів, розуміння теорії, уміння її практичного використання тощо.
- Діагностична цінність: використання тесту повинно забезпечувати той факт, що респонденти, які більше знають та краще уміють, отримають вищі результати у порівнянні з тими, які менше знають та гірше уміють.
- Надійність тесту: при його повторному використанні отримують приблизно одні і ті ж результати.
- Репрезентативність засобу діагностики: не можна вважати, що цінність методики зростає пропорційно збільшенню об'єму вибірки; запитання і завдання мають бути підібрані таким чином, щоб дати об'єктивну картину обсягу знань та умінь респондента.
- Легкість практичного використання.

- Порівнюваність результатів використання тесту і контрольної роботи.

Письмові контрольні роботи певною мірою ліквідовують недоліки тестів, проте їм притаманні власні недоліки: невелике коло питань, що перевіряються; тривалий час виконання; суб'єктивність оцінки; тривалий час перевірки контрольної роботи тощо.

**Показники навчальних досягнень.** Первинним показником рівня знань та умінь респондентів є кількість правильних відповідей на завдання і запитання тесту, виражена балами. Як правило, за кожну правильну відповідь нараховується один бал. Оперуючи набраними респондентами за результатами тестування сумарними балами, у процесі опрацювання первинних матеріалів дослідження користуються низкою похідних параметрів:

- Успішність:

$$K = N_n / N_z, \quad (17.2)$$

де  $N_n$  – кількість правильних відповідей;

$N_z$  – загальна кількість заданих запитань і завдань.

При детальному аналізі результатів контрольної роботи можна схарактеризувати успішність виконання кожного завдання зокрема. Для цього кількість правильно виконаних операцій ділять на загальну кількість операцій, необхідну для позитивного результату. Таким чином, успішність розв'язання окремого завдання:

$$k = \frac{n_n}{n_z}, \quad (17.3)$$

де  $n_n$  – кількість правильно виконаних операцій (дій);

$n_z$  – кількість необхідних для правильної відповіді операцій (дій).

Для правильно розв'язаного завдання  $k = 1$ , для неправильно розв'язаного завдання  $k = 0$ , при незакінченому розв'язку  $0 < k < 1$ .

У якості критеріїв ефективності навчальної діяльності можна використовувати об'єм засвоєних знань, коефіцієнт засвоєння навчального матеріалу, швидкість засвоєння навчального матеріалу, коефіцієнт міцності засвоєного навчального матеріалу:

- об'єм засвоєних знань ( $I_3$ ) ототожнюють з кількістю засвоєних навчальних одиниць;

- коефіцієнт засвоєння навчального матеріалу дорівнює відношенню об'єму навчального матеріалу, засвоєного респондентом на протязі певного відрізка часу (як правило, 1 – 3 уроки), до об'єму матеріалу, повідомленого йому за цей час:

$$k_3 = I_3 / I_n; \quad (17.4)$$

- швидкість засвоєння навчального матеріалу – це відношення об'єму засвоєних знань до затраченого на це часу:

$$v_3 = I_3 / T_3; \quad (17.5)$$

- темп засвоєння навчального матеріалу:

$$t_3 = \frac{T_3}{k_3}, \quad (17.6)$$

- коефіцієнт міцності засвоєних знань:

$$k_m = I_t / I_n, \quad (17.7)$$

де  $I_t$  – об'єм навчального матеріалу, що зберігся у пам'яті через деякий час після його засвоєння.

В оцінці трудових умінь часто використовують формулу:

$$K = (N_n k / N_\phi) + O_\phi / O_m, \quad (17.8)$$

де  $N_n$  – запланований час на виготовлення виробу;

$N_\phi$  – фактичний час виготовлення виробу;

$O_\phi$  – фактична оцінка якості виготовленого виробу;

$O_m$  – максимальна оцінка якості трудової діяльності;

$k$  – певний коефіцієнт.

Коефіцієнт ( $k$ ), який складає відношення норми виробітку умілого майстра до норми виробітку учня на даному етапі навчання, часто вводять для оцінки індивіда на початковому етапі формування у нього певних умінь. М.П.Зеленін критикує ідею введення поправочних коефіцієнтів за їх емпіричний характер, стверджуючи, що єдиних коефіцієнтів для усіх навчальних закладів бути не може, оскільки умови навчально-виховного процесу у них сут-

тево можуть відрізнятись. Останнє співвідношення наводить на думку, що будь-яку комплексну оцінку можна представити у вигляді суми доданків з максимальним значенням кожного з них, рівним одиниці. У такому випадку, чи не доречно було б оцінки “5”, “4” і т.д. розглядати як комплексні оцінки з відповідною кількістю доданків ?

Потрібно зазначити, що дослідники досі не виробили спільних поглядів на проблему оцінювання знань та умінь, особливо коли це стосується не підсумкового, а проміжного контролю. В.П. Безпалько рекомендує при оцінці знань та умінь учнів і студентів прийняти за основу рівень, на якому вони орієнтуються у даних, засвоєних ними у процесі навчання: рівень знань, рівень репродуктивного відтворення, рівень продуктивної діяльності, рівень трансформації. Т.І. Андреєва і М.І. Жежеров при оцінці ефективності навчання пропонують враховувати три рівні засвоєння навчальної інформації: розуміння, уміння, запам'ятовування. А.С. Батишев в якості основних критеріїв визначення рівня знань і умінь розглядає: кількість правильно розв'язаних задач; співвідношення кількості розв'язаних і заданих задач; і т.д. Як бачимо, кількість критеріїв оцінки навчальної діяльності велика, що складає певні труднощі у їх виборі; використання великої кількості критеріїв приводить до розмитості отриманих результатів.

**Субтести.** Тест (крім проєктивних тестів) як засіб обстеження структурно складається з певної кількості завдань і запитань, які у своїй сукупності і єдності моделюють досліджувану діяльність, актуалізують досліджувані характеристики тощо. В процесі відбору тестових завдань і запитань, які узагальнено називають субтестами, враховують їх:

- Легкість розуміння: в основі субтесту має лежати одна думка; потрібно уникати вживання багатозначних понять, сленгу, діалектів, вузькоспеціальних термінів; субтести мають бути реальними, відображати суттєві відношення, відповідати часу.



- Лаконічність: надто короткі формулювання викликають додаткові запитання; надто довгі висловлювання ведуть до утруднення їх розуміння.

- Відносну новизну для респондента за змістом і способом розв'язання;

- Мінімальну ймовірність випадкового розв'язання: субтести не можуть бути схожі за змістом, щоб розв'язання одного не служило ключем для розв'язання іншого.

- Економічність з точки зору часу розв'язання.

- Валідність.

- Надійність.

- Складність розв'язання.

- Дискримінантність.

Субтести можуть бути закритими, відкритими і напівзакритими. До закритих субтестів пропонуються варіанти відповіді. До відкритих субтестів не пропонуються варіанти відповіді. До напівзакритих субтестів пропонуються варіанти відповіді, а також респондент може дати відповідь, якої немає у переліку варіантів. Відмінність між опитувальником і тестом у тому, що у тесті респондент шукає правильну відповідь, а в опитувальнику він шукає свою відповідь.

Найчастіше у тестах використовують завдання і запитання відкритого та закритого типу. Субтести відкритого типу у порівнянні із субтестами закритого типу дозволяють отримати більш різносторонню розгорнуту інформацію про респондента, суттєво розширюють можливості якісного аналізу даних обстеження. Водночас субтести відкритого типу уступають субтестам закритого типу за:

- складністю формалізації відповідей та їх оцінки;
- неоднозначністю, яка викликає труднощі в інтерпретації;
- громіздкістю процедури і затратою часу на обстеження.

В діагностичній практиці при конструюванні субтестів відкритого типу застосовують декілька видів завдань:

- Завдання – доповнення (від респондента вимагається продовжити твердження чи зображення), наприклад: *Мій тато...; Якби я був керівником...* Ключовою проблемою складання завдань такого виду є можливість провокування у респондента певної відповіді. Щоб упередити це, проводять попереднє дослідження частоти схожих відповідей на конкретний субтест. У випадку частого повторення стереотипних відповідей субтест замінюють.

- Завдання з переструктуруванням даних вимагають відновлення правильної комбінації елементів певної структури.

- Завдання вільного конструювання, які носять характер розв'язку завдання, усної чи письмової розповіді, інтерпретації зображення, ситуації тощо.

У субтестах закритого типу до завдання пропонується декілька варіантів відповіді. З того переліку, що пропонується, респондент вибирає один варіант відповіді. Виокремлюють альтернативні, з множинним вибором та переконструюванням завдання закритого типу.

У завданнях з альтернативним вибором передбачається одна правильна серед різної кількості запропонованих варіантів відповіді. Найчастіше співвідношення правильної відповіді до їх загальної кількості виражається як 1 : 4. Прикладом завдання з альтернативним вибором є: *Сполука NaCl є: а) кислотою, б) сіллю, в) основою, г) окислом*. Слід зазначити, що необхідність прийняття категоричних рішень нерідко викликає психологічні утруднення в респондентів.

У завданнях з множинним вибором респондент вибирає різну кількість правильних відповідей серед різної кількості запропонованих варіантів відповіді. Найчастіше співвідношення правильних відповідей до їх загальної кількості виражається як 4 : 5. Прикладом завдання з множинним вибором є: *У дерева не завжди є: а) листки, б) плоди, в) бруньки, г) коріння, д) тінь*.

У завданнях на переструктурування респондент упорядковує варіанти відповідей відповідно до порядку запитань чи завдань, вилучаючи при цьому, як уже зазначалось 2 – 3 відповіді як зайві.

Загалом таким завданням притаманна простота реєстрації і опрацювання даних, чітка формалізація оцінювання.

Водночас завданням з вибором притаманна висока ймовірність випадкових відповідей. Як наслідок, у тестах з такими завданнями використовують контрольні шкали. Для зменшення ймовірності випадкової появи правильних відповідей їх порядкові місця випадково змінюють.

Для зниження ефекту підказки з боку інших варіантів відповіді, які явно можуть контрастувати з правильною, підбирають зовні правдоподібні і схожі на правильну неправильні відповіді. Вибір таких варіантів складний і переважно здійснюється шляхом відкритого опитування по даному субтесту. Неправильні варіанти, які найчастіше зустрічаються, переважно дають матеріал для складання репертуару відповідей. Перевірку гіпотези щодо рівної ймовірності усіх варіантів відповіді для субтесту здійснюють із застосуванням  $\chi^2$ -критерію. З цією метою 100 опитуваним пропонують вибрати правильну відповідь до завдання субтесту, розв'язку якого вони не знають. Якщо варіантів відповіді 5, то відповіді респондентів розіб'юються на 5 груп; кількість випробовуваних у кожній групі характеризує емпіричну частоту; теоретична частота кожної групи 20. Якщо емпірична частота статистично не значущо відрізняється від теоретичної, то вважають варіанти відповіді на завдання субтесту рівно ймовірними.

У респондента може з'являтися тенденція відповідати аналогічно. Тому при використанні завдань з альтернативними відповідями важливо, щоб правильні відповіді були приблизно однаково представлені у різних позиціях.

Субтести з вибором правильної відповіді не позбавлені й інших недоліків. Насамперед невідомо, чому респондент дав неправильну відповідь. Чому саме одну з можливих неправильних відповідей він вибрав? Неправильна відповідь

могла бути результатом навіювання? Респондент дав неправильну відповідь, бо у запитанні бачив дещо глибше, ніж розробник тесту? Він дав неправильну відповідь, бо його розуміння запитання глибше, ніж те, що пропонується відповідями? Врешті, відповідь, яку дав респондент, може бути частково правильною. До того ж, правильна відповідь могла мати неправильну причину. Зазначені недоліки спричиняють певні дії з удосконалення субтестів з вибором правильної відповіді та опрацювання результатів тестування.

*Субтести часткових знань множинного вибору.* У цьому випадку до завдання, як звикло, пропонуються чотири варіанти відповіді, одна з яких правильна, три інші неправильні. Респондента просять вибрати правильну відповідь, позначивши її знаком (+), і дві неправильні відповіді, позначивши їх знаком (–). Використання цієї схеми представлено у таблиці (17.1).

Таблиця 17.1. Схема використання субтесту з частковими знаннями множинного вибору

	Учень 1	Учень 2	Учень 3
А	–	–	
Б	+		–
В	–	+	–
Д		–	+

Нехай у наведеному прикладі правильною є відповідь (Б). Як бачимо, учень 1 знає правильну відповідь на завдання, а тому набирає 1 бал за нього. Учень 2 вагається з правильною відповіддю між варіантами (Б) і (В), а тому набирає 0,5 бала за це завдання. Учень 3 за це завдання набирає 0 балів, оскільки правильну відповідь він вважає неправильною.

*Тести за схемою “структурна решітка”* складаються з 9 – 16 комірок. У кожній комірці містяться відповіді на 3 – 4 запитання, які утворюють один блок. На кожне запитання пропонуються 3 – 4 відповіді, одна з яких правильна, інші – неправильні. Респонденту пропонують вибрати з усіх комірок правильні відповіді на перше, друге і т.д. запитання. Ймовірність випадкового

вибору правильної відповіді у цьому разі значно зменшується. Існує декілька схем підрахунку результатів такого тестування. Найчастіше отриманий бал для кожного блоку запитань обчислюють за схемою: знаходять відношення поданих правильних відповідей до загальної кількості правильних відповідей, а також відношення поданих неправильних відповідей до загальної кількості неправильних відповідей і від першого результату віднімають другий.

У тестах за схемою “*правильна послідовність*” респонденту пропонують завдання і набір способів його розв’язання, які потрібно розмістити у правильному порядку. Для оцінки правильності відповіді для кожного пункту технології розв’язання завдання шукають різницю між його істинним місцем і наданим йому респондентом, підносять цю різницю до квадрату, додають усі квадрати різниць і добувають квадратний корінь з отриманої суми. Останній результат використовують в якості набраного респондентом бала. Щоб уникнути дробових чисел, первинні оцінки можна перевести у зручну для роботи шкалу.

$$S_c = S_r - \frac{1}{m-1} S_e, \quad (17.9)$$

де  $S_c$  – оцінка виконання тесту;

$S_r$  – кількість правильних відповідей;

$S_e$  – кількість помилкових відповідей;

$m$  – кількість варіантів відповіді.

**Трудність субтесту** – це характеристика, яка відображає статистичний рівень його розв’язуваності у стандартизованій вибірці. Розрізняють суб’єктивну і об’єктивну трудності. Суб’єктивна трудність пов’язана з індивідуально-психологічним бар’єром, величина якого визначається як обставинами (ліміт часу, доступність інструкції і т.д.), так і рівнем необхідних для розв’язання знань, умінь і навичок, психічним станом респондента тощо. Показником об’єктивної трудності є частка осіб у вибірці, які розв’язали чи не розв’язали завдання. Основним показником трудності є індекс трудності:

$$I_d = 100 \left( 1 - \frac{N_n}{N} \right), \quad (17.10)$$

де  $N_n$  – кількість респондентів, які правильно розв'язали (або не розв'язали) завдання;

$N$  – загальна кількість респондентів.

При врахуванні випадкового успіху шляхом угадування правильних відповідей для завдань закритого типу:

$$I_d = 100 \left( 1 - \frac{N_n - \frac{N_m}{m-1}}{N} \right), \quad (17.11)$$

де  $N_m$  – кількість респондентів, які не розв'язали (або розв'язали) завдання;

$N_n$  – кількість респондентів, які правильно розв'язали (або не розв'язали) завдання;

$N$  – загальна кількість респондентів;

$m$  – кількість варіантів відповіді.

Трудність субтесту враховується у процесі конструювання тесту. Зокрема з первинного варіанту тесту вилучаються завдання, які розв'язали більше, ніж 84% респондентів, а також ті, з якими не справились більш, ніж 84% респондентів репрезентативної вибірки.

**Дискримінантність субтесту** – це його здатність диференціювати респондентів відносно максимального чи мінімального результату тесту. Іншими словами, дискримінантність субтесту характеризує тенденцію, наскільки краще з ним справляються ті респонденти, які набрали вищий сумарний показник за результатами тестування, у порівнянні з тими, у кого сумарний показник нижчий. Або навпаки. Коефіцієнт дискримінації обчислюється із співвідношення:

$$r = \frac{\bar{x}_n - \bar{x}}{\sigma_x} \sqrt{\frac{N_n}{N - N_n}}, \quad (17.12)$$

де  $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення для всіх індивідуальних оцінок по тесту;

$\bar{x}_n$  – середнє арифметичне значення для оцінок по тесту у респондентів, які правильно виконали n-не завдання;

$\sigma_x$  – середнє квадратичне відхилення оцінок по тесту для вибірки;

$N_n$  – кількість респондентів, які правильно розв'язали n-не завдання;

$N$  – загальна кількість респондентів.

Наведене вище співвідношення придатне у тому випадку, коли всі респонденти дали відповіді на всі субтести. За наявності пропусків користуються співвідношенням:

$$r = \frac{\bar{x}_n - \bar{x}_d}{\sigma_{xd}} \sqrt{\frac{N_n}{N_d - N_n}}, \quad (17.13)$$

де  $\bar{x}_d$  – середнє арифметичне значення індивідуальних оцінок респондентів, які виконували дане завдання;

$\sigma_{xd}$  – середнє квадратичне відхилення індивідуальних оцінок респондентів, які виконували дане завдання;

$N_d$  – загальна кількість респондентів, які виконували дане завдання;

$N_n$  – кількість респондентів, які правильно виконали дане завдання;

$\bar{x}_n$  – середнє арифметичне значення оцінок обстежуваних, які правильно виконали дане завдання.

Коефіцієнт дискримінації можна визначити і методом контрастних груп. Для цього після тестування членів репрезентативної вибірки ділять щонайменше на дві групи і користуються співвідношенням:

$$r = \frac{N_{n \max}}{N_{\max}} - \frac{N_{n \min}}{N_{\min}}, \quad (17.14)$$

де  $N_{\max}$  – об'єм групи з найбільшим показником по тесту в цілому;

$N_{\min}$  – об'єм групи з найменшим показником по тесту в цілому;

$N_{n \max}$  – кількість респондентів у max-групі, які справились з даним завданням;

$N_{n \min}$  – кількість респондентів у min-групі, які справились з даним завданням.

Загалом, якщо  $r \rightarrow +1$ , то завдання потрібно залишити, якщо  $r \rightarrow -1$ , то завдання потрібно вилучити, якщо  $r \rightarrow 0$ , то завдання сформульовано некоректно.

**Внутрішня узгодженість тесту** – характеристика, яка вказує на міру однорідності завдань, призначених для діагностики досліджуваної властивості. Зазначена характеристика показує, в якій мірі завдання спрямовані на визначення якісної протяжності досліджуваної властивості, а також внесок кожного субтеста в кількісний показник для батареї субтестів чи батареї субтестів у показник по тесту в цілому.

Аналізуючи внутрішню узгодженість тесту, насамперед екзаменують на конвергентну валідність субтести, призначенні для ідентифікації однієї і тієї ж властивості респондента. Конвергентна валідність субтестів характеризується значеннями коефіцієнтів кореляції, одержаних у результаті попарного використання різних завдань для ідентифікації певної властивості. Конвергентна валідність означає, що завдання, які за задумом дослідника, пов'язані, дійсно пов'язані. Якщо для ідентифікації деякої властивості використовуються, наприклад, три завдання, і обчислені коефіцієнти попарної кореляції за результатами використання цих завдань для декількох суб'єктів високі, то ці завдання конвергентно валідні. Водночас потрібно мати на увазі, що конвергентна валідність завдань не доводить того факту, що саме вони ідентифікують ту величину, яку дослідник хоче ідентифікувати з їх допомогою.

Субтести, які не призначені для ідентифікації однієї і тієї ж властивості, мають бути дискримінантно валідними. Дискримінантна валідність субтестів характеризується значеннями коефіцієнтів кореляції, одержаних у результаті попарного використання різних завдань при ідентифікації певної властивості. Дискримінаційна валідність означає, що завдання, які, за задумом дослідника, є різними, дійсно є такими. Якщо за результатами випробувань цих же трьох завдань виявляється, що 1 і 2 корелюють сильно, а 1 і 3 та 2 і 3 корелюють



слабо, то 3 завдання призначене для ідентифікації іншої властивості, ніж та, яку дослідник може ідентифікувати, використовуючи 1 і 2 завдання.

У процесі конструювання батареї субтестів не стільки важливо, щоб усі субтести попарно корелювали, скільки важливо, щоб результати відповіді на кожний з них помітно корелювали з сумарним показником для батареї. Більше того, внутрішня узгодженість батареї субтестів досягається за рахунок відбору таких субтестів, результати відповіді на які, володіючи значною кореляцією з результатами для батареї субтестів, в той же час мінімально корелюють між собою.

Аналогічно визначають внутрішню узгодженість тесту, яка визначається кореляцією між показниками для тесту в цілому і показниками для кожного із субтестів. Як наслідок, до тесту відбирають ті субтести, для яких результати помітно корелюють з показниками для тесту в цілому і які водночас мінімально корелюють між собою.

**Конструювання тесту.** Загалом у процесі відбору субтестів вони спочатку пропонуються експертам для оцінки на предмет однозначності формулювань і відповідності призначенню тесту. Невдалі субтести відкидаються і замінюються іншими. Відібрані субтести на основі зазначених вище процедур розміщуються у батареї субтестів або в порядку наростаючої складності (при цьому користуються відомостями стосовно труднощі субтестів), або випадковим способом. Можливий також варіант, коли суб'єктивно більш зручні субтести ставлять на початку батареї, після цього менш зручні субтести чергуються з більш зручними.

Одним із шляхів модернізації тестів як діагностичного засобу є оптимальне їх конструювання. Традиційно тести охоплюють сукупність субтестів, часто об'єднаних у батареї, до яких подаються чи не подаються варіанти відповіді. Проте це не єдиний підхід до їх побудови.

У тестах за схемою *“правильний – неправильний”* респонденту задають запитання 1. Якщо він дав на нього правильну відповідь, то йому задають за-

питання 2; якщо неправильну відповідь, то йому задають запитання 3. Якщо на запитання 2 респондент дав правильну відповідь, то йому пропонують запитання 4; якщо неправильну, то запитання 5. Якщо на запитання 3 респондент дав правильну відповідь, то йому пропонують запитання 6; якщо неправильну відповідь, то йому пропонують запитання 7 і т.д. Цю схему можна удосконалити, якщо відрізати ту її частину, що є наслідком правильних відповідей респондента. Тоді, якщо на запитання 1 респондент дав правильну відповідь, то йому більше запитань не пропонують, і за це запитання він одержує 1 бал. Якщо він на запитання 1 дав неправильну відповідь, то йому пропонують запитання 2. Якщо він на запитання 2 (яке є частиною запитання 1) дав правильну відповідь, то він набирає 0,5 бала. Якщо на запитання 2 він дав неправильну відповідь, то йому пропонують запитання 3 (яке є частиною запитання 2). Якщо на запитання 3 він дав правильну відповідь, то набирає 0,25 бала; якщо неправильну відповідь, то йому пропонують запитання 4 (яке є частиною запитання 3) і т.д. аж до тих пір, поки не буде отримано правильну відповідь на одне із запитань.

Слід зазначити, що цими позиціями підходи до побудови тестів не вичерпуються. Загалом умовою розроблення надійного і валідного тесту є оптимальна модель особистості, яка береться за основу у процесі конструювання діагностичної методики. У конструюванні тестів важливо якомога точніше визначити, що дослідник планує з'ясувати. Тоді потрібно подумати про очевидність, якою хотів би скористатися дослідник, щоб бути обізнаним стосовно відповіді на поставлене запитання. Однак, не завжди можливо отримати ідеальну очевидність, більше того, можуть мати місце випадки, коли не існує очевидного оцінювального індиканта, який відповідав би бажаному стандарту.

**Стандартизована тестова шкала.** За результатами тестування респонденти набирають певну кількість балів. Зрозуміло, що на основі зазначених первинних оцінок можна зробити висновок щодо відносного значення якісної протяжності досліджуваної характеристики у залучених до дослідження. Про-

те досліднику часто корисно знати, як набраний респондентом бал співвідноситься з показниками усіх можливих респондентів. Звісно, що порівнювати показник конкретного респондента з балами, набраними усіма іншими респондентами, не раціонально. Набагато зручніше обчислити середнє значення показників усіх інших респондентів і порівняти набраний респондентом бал з зазначеним усередненим значенням. Дуже часто, спрощуючи процедуру описаного вище порівняння, зіставляють набраний респондентом бал з середнім значенням не сукупності об'єктів, а утвореної з неї вибірки. Безумовно, така вибірка має бути репрезентативною. Тепер, якщо перший респондент набрав за результатами тестування 90 балів, а другий – 95, то можна порадіти за успіхи другого, але лише до певної міри, якщо відомо, що середнє арифметичне значення досліджуваної характеристики для репрезентативної вибірки становить 100.

У дослідницькому бажанні можна піти далі, а саме, зажадати не тільки порівняти двох індивідів на основі значень якісної протяжності однієї і тієї ж властивості, а зіставити значення двох властивостей одного і того ж індивіда. Нехай, наприклад, за результатами тестових випробувань респондент набрав з фізики 130 балів, а з математики 125 балів. І нехай дослідник хоче з'ясувати, у чому респондент кращий: у фізиці чи в математиці. Для цього він від набраних балів відніме середні значення для стандартизованої вибірки. Нехай для фізики зазначена різниця складає 5, а для математики – 10. На перший погляд видається, що успіхи респондента з математики більш разючі у порівнянні з його успіхами з фізики. Проте це не завжди так. Так можна стверджувати лише в тому випадку, коли індивідуальні показники членів репрезентативної вибірки однаково розпорошені. Щоб результат порівняння індивідуального показника з середнім значенням вибірки не залежав від розпорошення значень, характерного для вибірки, згадану вище різницю необхідно поділити на міру розпорошення індивідуальних показників у репрезентативній вибірці. Такою мірою є стандартне відхилення індивідуальних значень.

Знаючи середнє значення якісної протяжності певної властивості для репрезентативної вибірки і стандартне відхилення індивідуальних значень членів цієї вибірки, можна перерахувати будь-яке одержане значення за допомогою описаної вище процедури. Тепер зрозуміло, що для порівняння індивідуальних показників одного і того ж індивіда з фізики і математики їх спочатку перетворюють, як описано вище, і лише після цього зіставляють. І якщо, наприклад, стандартне відхилення індивідуальних показників від середнього арифметичного значення у репрезентативній вибірці для фізики становить 5, а для математики – 10, то респондент однаково успішний з зазначених двох предметів.

Для більшої зручності у процесі утворення стандартизованої шкали утворену частку збільшують у потрібне число раз, а утворений після цього результат збільшують на потрібну кількість одиниць. Числа, що з'являються у результаті такого перерахунку, утворюють точки стандартизованої шкали. Залишається тільки вибрати функціональний характер утвореної шкали. Утворена у такий спосіб шкала не зручна для користування внаслідок великої кількості її пунктів. Як наслідок, шкалу первинних оцінок стандартизують шляхом перетворення інтервалів первинних оцінок у пункти стандартизованої шкали. Вихідним принципом при цьому є припущення про те, що досліджувана властивість нормально розподілена у сукупності та у репрезентативній вибірці.

З врахуванням зазначеного, конструюючи і стандартизуючи тест:

- визначають сукупність, для якої розробляється тест, і формують репрезентативну вибірку стандартизації;
- за результатами використання первинного варіанту тесту будують розподіл первинних оцінок;
- перевіряють відповідність одержаного розподілу нормальному закону;
- якщо розподіл первинних оцінок відповідає нормальному закону, проводять лінійну стандартизацію;

- якщо розподіл первинних оцінок не відповідає нормальному закону, можливі два варіанти:

- ✓ спочатку проводять емпіричну нормалізацію, а вже потім лінійну стандартизацію;

- ✓ проводять нелінійну нормалізацію.

Перевірка нормальності розподілу первинних оцінок проводиться за допомогою спеціальних критеріїв.

*Лінійна стандартизація* полягає в тому, що визначаються межі інтервалів первинних оцінок, які відповідають стандартним тестовим показникам. Результатом лінійної стандартизації є таблиця перерахунку шкали первинних оцінок у нову шкалу. При цьому кожному стандартному значенню ставиться у відповідність певний інтервал первинних оцінок.

*Емпірична нормалізація* застосовується тоді, коли розподіл первинних оцінок відрізняється від нормального. Якщо, наприклад, первинна оцінка – це кількості задач, що розв’язуються респондентами за певний відрізок часу, і в процесі обстеження одержано розподіл цього показника з правосторонньою асиметрією, то це означає, що надто велика частка респондентів розв’язує більше половини задач. У такому випадку потрібно або доповнити тест більш складними задачами, або скоротити час, відведений для їх розв’язування.

*Нелінійна нормалізація* застосовується тоді, коли емпірична нормалізація неможлива чи небажана, наприклад, з точки зору витрат часу чи ресурсів. У такому випадку перетворення первинних оцінок у стандартні здійснюється шляхом знаходження процентільних меж груп у вихідному розподілі, що відповідають процентільним межам груп у нормальному розподілі стандартної шкали. Кожному інтервалу стандартної шкали ставиться у відповідність такий інтервал шкали первинних оцінок, який містить ту ж процентну частку вибірки стандартизації. Величини часток визначаються по площі під одиничною нормальною кривою, що міститься між  $z$ -оцінками, що відповідають даному інтервалу стандартної шкали.

Зазначене дозволяє збагнути, чому кожний тест містить:

- опис вибірки стандартизації;
- характеристику розподілу первинних оцінок з зазначенням середнього і стандартного відхилення;
- найменування, характеристику стандартної шкали;
- тестові норми – таблиці переведення первинних оцінок у шкальні;
- область застосування – характеристика тесту, яка вказує на особливості контингенту респондентів, для яких призначений тест. Саме для цієї групи респондентів визначаються оптимальна трудність тестових завдань, характеристики валідності, надійності тощо. Область застосування тесту визначається специфікою вибірки стандартизації за віковими, статевими, соціокультурними, професійними та іншими критеріями і, як правило, прогнозується до початку розроблення тесту, згодом уточнюючись чи підтверджуючись.

Як бачимо, тестові показники завжди відносні. Перед тим, як використати тест, визначають статистично стійкий його показник, який приймають за нульову точку, після чого результати обстеження зіставляють з цим значенням. Як наслідок, тест можна використовувати для фіксації властивостей тих суб'єктів, які є аналогічними до тих, із залученням яких визначався нуль на шкалі.

**Бланк обстеження.** Процедура тестування передбачає використання бланків обстеження. У розробленні бланків (паперовий і електронний варіанти) тестового обстеження дотримуються певних вимог:

- Мінімізують непродуктивну роботу респондента, пов'язану з відшукуванням місця для занесення відповідей.
- Зводять відповіді до підкреслювання, запису простих символів (“+”, “-” тощо).
- Бланк не перевантажують цифрами, рядками тощо.

- Окремі батареї субтестів і відповіді до них виділяють на бланку; там, де немає поділу на батареї субтестів, їх ділять на блоки по 10 – 25 субтестів.

- На бланку не вказують назву тесту.

- На бланку передбачають місце для запису необхідних паспортних даних (якщо обстеження не є анонімним), а також дати проведення обстеження та номера реєстрації обстеження.

- На бланку коротко дублюють інструкцію для респондента.

- При переході до відповідей на нову групу субтестів поміщають приклади.

Потрібно мати на увазі, що для деяких тестів незначна зміна зовнішнього вигляду бланку може суттєво змінити результати роботи. Отже, бланки мають бути ідентичними, а при використанні готових бланків, необхідно брати до уваги їх вигляд та умови підготовки.

**Паралельна форма тесту.** У процесі розроблення тесту, як правило, конструюється його основна і паралельна форми. Розроблення декількох модифікацій одного і того ж тесту, які відрізняються за змістом субтестів, спричинене необхідністю:

- підвищення достовірності повторного тестування одних і тих же респондентів через незначний відрізок часу;

- визначення надійності методики способом взаємозамінних форм.

В окремих випадках гострої потреби у розробленні паралельної форми тесту немає. Зазначене має місце тоді, коли:

- тест повторно застосовують, але через значний (який часто вказується) проміжок часу;

- тест містить велику кількість завдань.

**Адаптація тесту.** Часто мають місце випадки, коли тесту, розробленого для даної соціо-культурної групи індивідів, немає. Отже, постає потреба використання зарубіжних аналогів. При цьому слід мати на увазі, що простий переклад може не відповідати культурним традиціям іншого народу, що веде до

зміни ваги певного субтесту в загальному показнику. Заміна субтестів може призвести до зміни кореляційних зв'язків між ними. Зазначені ефекти ліквідовуються в процесі адаптації тесту, що є доволі складною процедурою і передбачає:

- аналіз вихідних теоретичних положень автора тесту;
- переклад тесту та інструкцій до нього;
- перевірку валідності тесту;
- перевірку надійності тесту;
- стандартизацію тесту.

### **Запитання**

- \* *Кого вважають автором першого тесту?*
- \* *Хто ввів термін “тест” у психодіагностику?*
- \* *Якими факторами визначається об'єктивність тестового обстеження?*
- \* *Чим відрізняється контрольна робота від педагогічного тесту?*
- \* *Що визначають за допомогою тесту досягнень?*
- \* *Що визначають за допомогою тесту загальних здібностей?*
- \* *Що визначають за допомогою тесту спеціальних здібностей?*
- \* *Що Ви можете сказати про тести креативності?*
- \* *Яким вимогам мають відповідати методи оцінки знань та умінь респондентів?*
- \* *Які параметри використовують при визначенні результатів навчальної діяльності?*
- \* *Які функції виконують тести досягнень?*
- \* *Які проблеми розв'язує дослідник у процесі відбору субтестів?*
- \* *Які вимоги висуваються до субтестів?*
- \* *Яких правил дотримуються у доборі субтестів?*
- \* *Що характеризує і як обчислюється коефіцієнт дискримінантності субтесту?*



- \* Чим визначається область застосування тесту?
- \* Які вимоги висуваються до бланків тестових обстежень?
- \* З якою метою розробляють паралельну форму тесту?
- \* Які етапи охоплює адаптація тесту?

### **Завдання**

- \* Назвіть характерні ознаки психологічного і педагогічного тестування.
- \* Назвіть можливі варіанти фіксованих відповідей.
- \* Назвіть характерні ознаки проєктивних тестів.
- \* Назвіть недоліки тестового контролю знань та умінь респондентів.
- \* Назвіть недоліки оцінювання знань та умінь респондентів за допомогою контрольних робіт.
- \* Назвіть переваги і недоліки завдань відкритого типу.
- \* Наведіть приклади субтестів відкритого типу.
- \* Охарактеризуйте субтести з альтернативними варіантами відповіді.
- \* Охарактеризуйте субтести з множинними варіантами відповіді.
- \* Охарактеризуйте субтести з переструктуруванням даних.
- \* Назвіть характерні недоліки субтесту з альтернативним і множинним варіантами відповіді.
- \* Проілюструйте методику розроблення субтесту часткових знань множинного вибору.
- \* Проілюструйте методику розроблення тесту за схемою “правильний – неправильний”.
- \* Проілюструйте методику розроблення тесту за схемою “структурна решітка”.
- \* Проілюструйте методику розроблення субтесту за схемою “правильна послідовність”.
- \* Проілюструйте обчислення індексу трудності субтесту.
- \* Розкрийте суть внутрішньої узгодженості субтестів.
- \* Проілюструйте технологію розроблення стандартизованої тестової шкали.

## § 18. Описова статистика

**Завдання описової статистики.** Описова статистика є складовою статистики – математичної дисципліни, яка пропонує методи узагальнення емпіричних даних. Іншою складовою названої дисципліни є вивідна статистика. Використання математичних методів описової статистики дозволяє з'ясувати властивості масиву емпіричних даних без їх екстраполяції на сукупність, часткою якої він є. Такий масив, звісно, називають вибіркою. Головне завдання описової статистики – представити велику кількість емпіричних даних за допомогою декількох характеристик: моди, медіани, середнього арифметичного тощо. Якщо такі характеристики обчислюються для вибірки, то вони носять назву статистик. Якщо вони обчислюються для сукупності, то вони носять назву параметрів.

Плануючи статистичний аналіз емпіричних даних, дослідник насамперед відповідає на запитання:

1. Чи потрібний статистичний аналіз взагалі?
2. На які запитання здатний відповісти статистичний аналіз емпіричних даних?
3. Який математичний апарат статистичного аналізу емпіричних даних доцільно використати у даному конкретному випадку?

Насамперед масив емпіричних даних піддають статистичному аналізу з мотивів зручності оперування ним, якщо тільки при цьому не губиться корисна інформація. Статистичний аналіз емпіричних даних доцільний у тому випадку, коли одержані результати додають інформації про об'єкт спостереження. Без статистичного аналізу емпіричних даних просто не обійтись у тих випадках, коли мова йде про оцінку їх вірогідності. При цьому варто пам'ятати про клятву статиста, який присягається говорити про обстежувані характеристики правду, усю правду і нічого, крім правди, але лише впродовж, скажімо, 64,8 % часу.

Основою коректного статистичного аналізу є емпіричні дані, аналізуючи які, потрібно мати впевненість щодо:

- широти охоплення об'єктів вивчення (сукупність чи вибірка) – звідси витікають різні математичні методи статистичного аналізу і точність результату;

- деталей здобування вибірових даних – різні плани утворення вибірки можуть вимагати різних математичних методів статистичного аналізу;

- точності обстеження – ці знання необхідні для того, щоб уникнути надлишкової кількості десяткових розрядів.

При цьому слід пам'ятати, що будь-яка математична маніпуляція може бути настільки хорошою, наскільки коректними є емпіричні дані. І ніяка кількість маніпуляцій не може надати сенсу якісно поганим чи помилковим даним.

Коректність статистичного аналізу емпіричних даних визначається також відповідністю математичного апарату їх типу. Наприклад, обчислення середнього арифметичного значень обстежуваної характеристики коректне й інформативне, якщо в такий спосіб аналізують дані, отримані в шкалі відношень чи інтервалів. Середнє арифметичне можна обчислювати тільки для системи чисел, які містять у собі ознаку рівновіддаленості. Для даних, зібраних у цих шкалах, з'являються нові можливості кореляційного і регресійного аналізу. Замість рангового коефіцієнта кореляції можна використовувати більш чутливий коефіцієнт парної кореляції за Пірсоном і коефіцієнти множинної кореляції. Останні цінні тим, що дозволяють передбачити зміни в одній змінній залежно від змін в іншій чи сукупності інших змінних.

Проте середнє арифметичне емпіричних даних позбавлене будь-якого сенсу, якщо вони фіксувались у порядковій шкалі. У статистичному аналізі емпіричних даних, зібраних з використанням порядкової шкали, можна використовувати медіану, яка ділить упорядкований ряд навпіл. Крім того, для даних, одержаних у порядковій шкалі, можна шукати середню тенденцію за модаль-

ною частотою (групою з найбільшою частотою), визначати розподіл частот значень досліджуваної характеристики за допомогою процентування чи у натуральних одиницях. При цьому потрібно пам'ятати, що інтервали у порядковій шкалі не рівні, а тому операції з числами – це операції з рангами, а не з кількісним вираженням властивості. Водночас у порядковій шкалі числа піддаються монотонним перетворенням: їх можна замінити іншими із збереженням попереднього порядку. Так замість чисел від 1 до 5 можна використати числа від 2 до 10 або від  $-1$  до  $+1$ . Відношення між рангами залишаться незмінними. Ця властивість важлива в тих випадках, коли емпіричні дані, одержані у шкалах з різною кількістю пунктів, доводиться приводити до спільного знаменника, тобто виражати в одній шкалі. З урахуванням зазначеного робимо висновок, що шкалу бальних оцінок можна використовувати в педагогічних дослідженнях, але в такому випадку потрібно застосовувати адекватні математичні методи статистичного аналізу емпіричних даних. Аналогічно можна вести мову про часто використовувані рівні: загалом можна оперувати кількістю учнів, що знаходяться на тому чи іншому рівні, але ні в якому випадку не оперувати середнім рівнем групи тощо.

Дані, одержані у номінальній шкалі, у процесі їх статистичного аналізу дозволяють коректно визначити розподіл частоти значень досліджуваної характеристики та їх моду.

Як бачимо, емпіричні дані, отримані у різних шкалах, дозволяють різний статистичний аналіз. Операції з числовими значеннями характеристик, обстежених у шкалі відношень та інтервальній шкалі багатші, ніж у порядковій та номінальній шкалах. Вибрана шкала визначає тип отриманих даних і сукупність операцій, які можна з ними здійснювати. До того ж, враховують, як розподілені отримані дані, і використовують відповідно математичний апарат статистичного аналізу параметричних (нормально розподілених) або непараметричних (розподілених не нормально) даних.

Загалом сильніша шкала відрізняється від найближчої до неї відносно слабшої тим, що допускає більш широкий діапазон математичних операцій з числами. Все, що допустимо для слабшої шкали, допустимо для сильнішої, але не все, що дозволено для сильнішої шкали, дозволено для слабшої. Тому змішування в статистичному аналізі мірительних еталонів різного типу призводить до того, що не використовуються можливості сильніших шкал: у цьому випадку всі операції з числами мають задовольняти вимогам, що висуваються до відносно слабших шкал.

Слід зазначити, що статистичний аналіз інколи використовують для того, щоб надати емпіричним даним респектабельного вигляду, забуваючи при цьому, що він є корисним та інформативним тоді, коли застосовується до відповідного масиву даних. Яка цінність з того, що ми обчислимо середнє арифметичне кількості розв'язаних задач десятьма учнями, якщо один учень з незвичними математичними здібностями може суттєво змінити наші уявлення про середнє? Загалом хоча теоретичних обмежень щодо чисельності масиву немає, практика свідчить, що математичні маніпуляції з масивом чисельністю до 50 елементів вважаються малокорисними чи, навіть, некоректними.

**Табличне представлення даних.** Перш, ніж використовувати результати обстеження, їх доцільно представити у зручному вигляді, як правило, таблично.

Як видно з таблиці (18.1), коли результати обстеження представляють таблично, то зазвичай одержують матрицю емпіричних даних, яка містить певну кількість рядків і колонок. Емпіричні дані, як правило, впорядковують у такий спосіб, щоб кожний рядок зазначеної матриці містив результати усіх обстежень стосовно одного об'єкта. Як наслідок, рядки репрезентують об'єкти вивчення, колонки – досліджувані характеристики.

Таблиця 18.1. Табличне представлення первинних даних обстеження

Характер-ки	A	...	Z
Об'єкти			

$I$	$a_1$	...	$z_1$
...	...	...	...
$N$	$a_N$	...	$z_N$

Результати обстеження для подальшого опрацювання поміщають у різного роду таблиці, найпростішою з яких є варіаційний ряд (див. табл. 18.2). У верхньому рядку такої таблиці вказують значення досліджуваної характеристики, а в нижньому – кількість об'єктів з відповідним значенням досліджуваної характеристики.

Таблиця 18.2. Варіаційний ряд значень досліджуваної характеристики

$X$	$x_1$	$x_2$
$N$	$n_1$	$n_2$

У педагогічних дослідженнях в одних і тих же об'єктів вивчення часто обстежують дві або більше характеристики. У випадку двох характеристик по горизонталі відкладають значення однієї характеристики, по вертикалі – значення іншої досліджуваної характеристики (див. табл. 18.3).

Таблиця 18.3. Результати обстеження двох характеристик

$X \backslash Y$	$x_1$	$x_2$
$y_1$	$n_{11}$	$n_{21}$
$y_2$	$n_{12}$	$n_{22}$

У комірках такої таблиці міститься кількість об'єктів вивчення, яким притаманна відповідна пара значень досліджуваних характеристик. Таку таблицю називають крос таблицею.

Якщо досліджуваних характеристик три, то по горизонталі у верхньому рядку відкладають значення першої характеристики, у нижньому рядку по го-

ризонталі у кожній утвореній раніше комірці відкладають значення другої характеристики, по вертикалі відкладають значення третьої характеристики. У комірках такої таблиці поміщають кількість об'єктів з відповідною комбінацією значень досліджуваних характеристик (див. табл. 18.4).

Таблиця 18.4. Результати обстеження трьох характеристик

X \ Y		$x_1$		$x_2$	
		$y_1$	$y_2$	$y_1$	$y_2$
$z_1$		$n_{111}$	$n_{121}$	$n_{211}$	$n_{221}$
$z_2$		$n_{112}$	$n_{122}$	$n_{212}$	$n_{222}$

Якщо досліджуваних характеристик чотири, то по горизонталі у верхньому рядку відкладають значення першої характеристики, у нижньому рядку по горизонталі у кожній утвореній раніше комірці відкладають значення другої

Таблиця 18.5. Результати обстеження чотирьох характеристик

		$a_1$		$a_2$	
		$b_1$	$b_2$	$b_1$	$b_2$
$c_1$	$d_1$	$n_{1111}$	$n_{1211}$	$n_{2111}$	$n_{2211}$
	$d_2$	$n_{1112}$	$n_{1212}$	$n_{2112}$	$n_{2212}$
$c_2$	$d_1$	$n_{1121}$	$n_{1221}$	$n_{2121}$	$n_{2221}$
	$d_2$	$n_{1122}$	$n_{1222}$	$n_{2122}$	$n_{2222}$

характеристики, по вертикалі у лівому стовпчику відкладають значення третьої характеристики, у правому стовпчику по вертикалі у кожній утвореній раніше комірці відкладають значення четвертої характеристики. У комірках такої таблиці поміщають кількість об'єктів з відповідною комбінацією значень досліджуваних характеристик (див. табл. 18.5).

Безперечно, що аналогічним чином у таблиці можна звести емпіричні дані, якщо обстежується і більша кількість характеристик. Проте з візуальної точки зору чотири характеристики є допустимо прийнятною кількістю.

Розглянуте вище табличне представлення емпіричних даних стосується того випадку, коли дослідник обстежує одну чи більше характеристик у певної кількості об'єктів. Водночас в експериментальній практиці мають місце випадки, коли дослідник, оперуючи з одним об'єктом, змінює значення однієї характеристики і фіксує відповідні зміни іншої характеристики (див. табл. 18.6).

Таблиця 18.6. Результати обстеження двох характеристик в одного об'єкта

$X$	$x_1$	...	$x_n$
$Y$	$y_1$	...	$y_n$

Якщо дослідник вивчає зв'язок між трьома характеристиками об'єкта вивчення, то одержані емпіричні дані можна представити так, як показано у таблиці (18.7).

Таблиця 18.7. Результати вивчення зв'язку між трьома характеристиками

$X$	$x_1$	...	$x_n$
$Y$			
$y_1$	$z_{11}$	...	$z_{n1}$
...	...	...	...
$y_n$	$z_{1n}$	...	$z_{nn}$

Якщо вивчається зв'язок між чотирма чи п'ятьма характеристиками об'єкта вивчення, то комірки для першої і другої характеристик діляться на частини відповідно до кількості рівнів третьої і четвертої характеристик. Представляти таблично дані для більшої кількості характеристик позбавлене візуальної наочності і логічного сенсу.

В емпіричних дослідженнях часто вивчають зв'язок між двома характеристиками, оперуючи даними, одержаними з залученням декількох об'єктів. У



цьому випадку емпіричні дані поміщають у таблицю, аналогічну таблиці (18.8).

Таблиця 18.8. Зв'язок між двома характеристиками для декількох об'єктів

$N$	1	...	n
X	$x_1$	...	$x_n$
Y	$y_1$	...	$y_n$

Мають місце випадки, коли дослідника цікавить зв'язок між трьома характеристиками, одержаними з залученням до дослідження декількох об'єктів вивчення. За таких обставин він заносить емпіричні дані у таблицю (18.9).

Таблиця 18.9. Зв'язок між трьома характеристиками для декількох об'єктів

$N$	1	...	n
X	$x_1$	...	$x_n$
Y	$y_1$	...	$y_n$
Z	$z_1$	...	$z_n$

Нерідко дослідник намагається зробити деякі узагальнення, оперуючи даними, представленими таблично. Нехай емпіричні дані, що стосуються статі і політичних симпатій членів педагогічного колективу, представлені у таблиці (18.10).

З цієї таблиці видно, що: “жінок-демократів” у 15 разів більше, ніж “чоловіків-демократів”; “жінок-республіканців” майже у 4 рази більше, ніж “чоловіків-республіканців”. Такі ж співвідношення можна одержати, якщо оперувати не абсолютними, а відносними кількостями об'єктів вивчення, вирахованих стосовно їх загальної чисельності.

Таблиця 18.10. Абсолютний розподіл членів педагогічного колективу за статтю і політичними симпатіями

	Чоловіки	Жінки
Демократи	2	30
Республіканці	7	27
Інші	1	3

Всього	10	60
--------	----	----

Проте, якщо оперувати відсотком чоловіків і жінок з різною політичною орієнтацією, вирахуваних окремо у межах кожної статі, то можна прийти до курйозних висновків.

З таблиці (18.11) можна зробити некоректний висновок про те, що : “жінок-демократів” у два з половиною рази більше, ніж “чоловіків-демократів”; “чоловіків-республіканців” майже вдвічі більше, ніж “жінок-республіканців”. Помилка в інтерпретації закладається з тієї причини, що порівнюються групи, орацювання первинних результатів яких проводилася окремо.

Таблиця 18.11. Відносний розподіл членів педагогічного колективу за статтю і політичними симпатіями

	Чоловіки, %	Жінки, %
Демократи	20	50
Республіканці	70	45
Інші	10	5
Всього	100	100

**Графічне представлення емпіричних даних.** Якщо одночасно вимірювати дві величини, що характеризують об’єкт вивчення, то зв’язок між ними можна подати не тільки аналітично і таблично, а й графічно. У такому випадку на координатній площині відкладають точки, що відповідають знайденим значенням величин, із зазначенням похибок їх вимірювання. При цьому лініями з’єднують не відкладені точки, а проводять їх через прямокутники, побудовані в околах відкладених точок. Недотримання цієї вимоги може призвести до фатальної помилки у трактуванні характеру залежності між досліджуваними величинами. Проведена у такий спосіб лінія носить назву графіка залежності однієї величини від іншої.

Графіки є найбільш цінними тоді, коли вони оформлені належним чином:

1. Кожний графік підписують з використанням короткого заголовку, в якому вказують величини, характер зв'язку між якими передається графічно.

2. Горизонтальна і вертикальна осі мають бути позначені змінними величинами та одиницями їх вимірювання. Як правило, незалежна змінна відкладається на горизонтальній осі, а залежна змінна – на вертикальній.

3. Початком координат має бути 0. Якщо шкалювання будь-якої з осей не дозволяє включити початок, зламана вісь має індикувати пагін, що відходить з початку координат.

4. Якщо відома похибка вимірювання, то її відображають за допомогою прямокутників похибки.

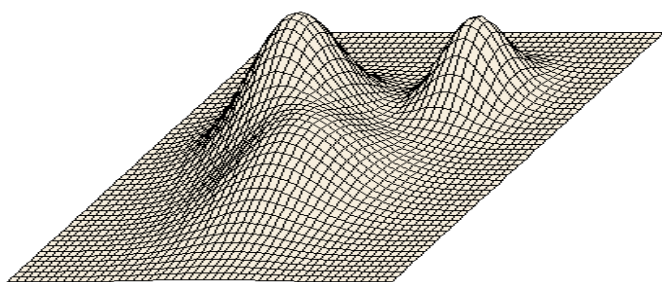
5. Розмір осей потрібно вибирати, виходячи з того, щоб більшість даних (або область інтересу) лежали на графіку.

Зв'язок між двома характеристиками об'єкта вивчення можна зобразити графічно і в тому випадку, коли вони (або одна з них) дискретні. Правда, у такому випадку графік набуває вигляду не плавної, а ламаної лінії. Це теоретично. Насправді масштаб можна підібрати таким чином, що дискретні точки на графіку майже зливатимуться, що згладжує ламану лінію графічного зображення залежності між досліджуваними характеристиками. Незалежно від того, неперервними чи дискретними є досліджувані характеристики, графічне представлення зв'язку між ними дозволяє наочно побачити зміну (збільшення або зменшення) чи незмінність однієї з них із зміною (збільшенням чи зменшенням) іншої.

Якщо одна з характеристик об'єкта вивчення є категоріальною ознакою, то зв'язок між нею та іншою його характеристикою графічно передають за допомогою діаграми. При побудові діаграм, як правило, на горизонтальній осі відкладають категоріальні ознаки об'єкта вивчення, а кількісні значення вимірюваної величини чи якісної протяжності фіксованої властивості – на вертикальній. Якщо зазначені значення для кожної категоріальної ознаки зобразити

відрізком, то матимемо лінійну діаграму, якщо прямокутником – то матимемо стовпчикову діаграму і т.д.

Загалом у випадку обстеження трьох характеристик в об'єкта вивчення можливі три групи комбінацій (дві змінні для різних окремих значень третьої змінної). Крім зазначеного підходу, зв'язок між трьома характеристиками об'єкта вивчення можна графічно зобразити у координатному просторі, розглядаючи дві характеристики у якості факторів, а третю – у якості відгуку. Вид графічної побудови при цьому залежить від типу досліджуваних характеристик (величина, властивість чи ознака) Зрозуміло, що вручну реалізувати зазначене не легко, а тому, якщо є можливість (а комп'ютерні засоби створюють її), вдаються до 3D-побудов. У зв'язку з підвищенням потужності комп'ютерів 3D-побудови використовують у багатьох програмних засобах, що мають справу з аналізом емпіричних даних. 3D-побудови – популярний спосіб ілюстрації зв'язку між трьома змінними. Водночас у той час як 3D-побудови є хорошою графічною ілюстрацією і надають уявлення про характер зв'язку між змінними, цей тип візуалізації менш придатний для аналізу даних. Залежно від вибраної точки зору важливі дані можуть бути заслонені однією чи декількома



вершинами. Зокрема на графіку (див. рис. 18.1) не можна зробити ніякого висновку про площу, що знаходиться за двома піками.

Рис. 18.1. 3D-графік

У випадку, коли у деякої кількості об'єктів вивчення фіксують одну характеристику, графічно зв'язок *об'єкт - характеристика* передають за допомогою діаграми, при цьому по горизонтальній осі відкладають назви об'єктів, а по вертикальній – значення досліджуваної характеристики.

Якщо у декількох об'єктів вивчення обстежують дві характеристики, то зв'язок між ними передають за допомогою графіка розсіювання (див. рис.

18.2). На рис. 18.2 по осях відкладено об'єм грудної клітки і густину у вибраних одиницях.

Зв'язок між трьома характеристиками для декількох об'єктів вивчення теж можна передати графічно. У цьому випадку кожний з об'єктів вивчення знаходить для себе місце у певній точці певного виду поверхні. Такі поверхні можуть бути як плоскими, так і криволінійними. Звісно, що для такої графічної побудови доречно вдатись до послуг комп'ютерної техніки.

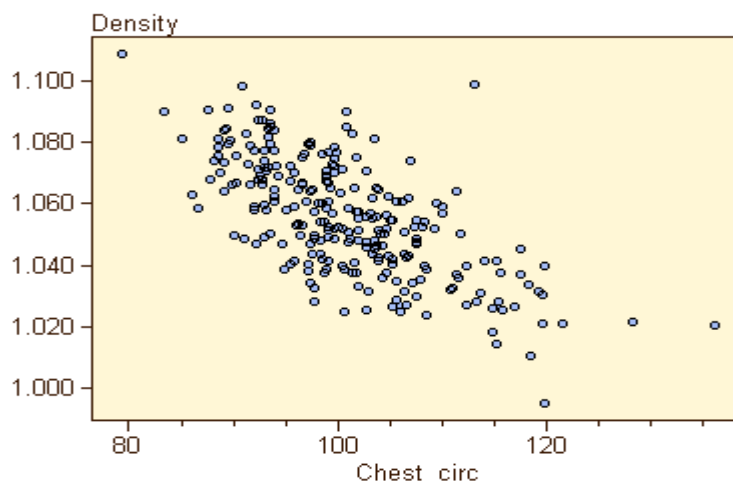


Рис. 18.2. Графік розсіювання для двох характеристик

Часто виникає потреба порівняти характер зв'язку між двома характеристиками для двох чи більшої кількості різних об'єктів вивчення. З цією метою на одній координатній площині будують графіки чи діаграми для різних об'єктів, використовуючи різні графічні засоби (форма, колір). Ці графіки і діаграми є більш наочними тоді, коли різні об'єкти набувають однакових значень характеристики, що відкладається по горизонтальній осі. Аналогічно поступають і в тому випадку, коли зв'язок між досліджуваними характеристиками графічно передають для різних рівнів третьої характеристики.

У тих випадках, коли ставлять за мету порівняти характер зв'язку двох характеристик з однією і тією ж характеристикою, теж будують графіки чи діаграми на одній координатній площині. У таких комбінованих графіках і діаграмах значення спільної характеристики є однаковими. Вони відкладаються по горизонтальній осі. На вертикальній осі зліва відкладаються значення пер-

шої характеристики, а справа – другої. У випадку декількох об'єктів вивчення на одній координатній площині будують декілька графіків чи діаграм. Для кращого візуального сприймання використовують різні кольори чи геометричні символи.

Дуже часто графічно ілюструють співвідношення між значеннями виміряної величини і кількістю об'єктів, які набувають цих значень. У випадку неперервної величини її ділять на вузькі інтервали, обчислюють середні значення для утворених інтервалів, підраховують абсолютну або відносну кількість об'єктів, що попадають у кожний інтервал, відкладають результати обчислення та підрахунку по горизонтальній і вертикальній осях відповідно і з'єднують відкладені точки лінією, яка носить назву кривої розподілу частот.

У випадку фіксації якісної протяжності досліджуваної властивості для кожного її значення, яке відкладають по горизонтальній осі, підраховують абсолютну або відносну кількість об'єктів, що приймають це значення, відкладають результати підрахунку по вертикальній осі і з'єднують відкладені точки ламаною лінією, яка носить назву полігону розподілу частот.

Для категоріальних даних розподіл частот представляють у формі гістограм. При цьому найчастіше використовують лінійні гістограми. Лінійна гістограма – це низка відрізків, побудованих у точках, що відповідають значенням якісної ознаки категоріальної змінної. Довжини таких відрізків пропорційні абсолютній чи відносній кількості цих значень. Слід зазначити, що лінійні гістограми використовують і тоді, коли графічно передають зв'язок між значеннями якісної протяжності досліджуваної властивості та кількістю (абсолютною чи відносною) об'єктів, що набувають відповідних значень.

У випадку неперервної величини (чи великої кількості значень дискретної характеристики) співвідношення між інтервалами її значень та кількістю (абсолютною чи відносною) об'єктів, що приймають значення у відповідних інтервалах, зображають у формі стовпчикової гістограми. Стовпчикова гістограма – це низка прямокутників, сторонами яких слугують величини інтерва-

лів та абсолютні або відносні кількості появи значень обстежуваної характеристики у відповідних інтервалах (див. рис. 18.3). На рис. 18.3 по горизонтальній осі відкладено власність у вибраних одиницях, а по вертикальній – кількість осіб, які володіють відповідною власністю.

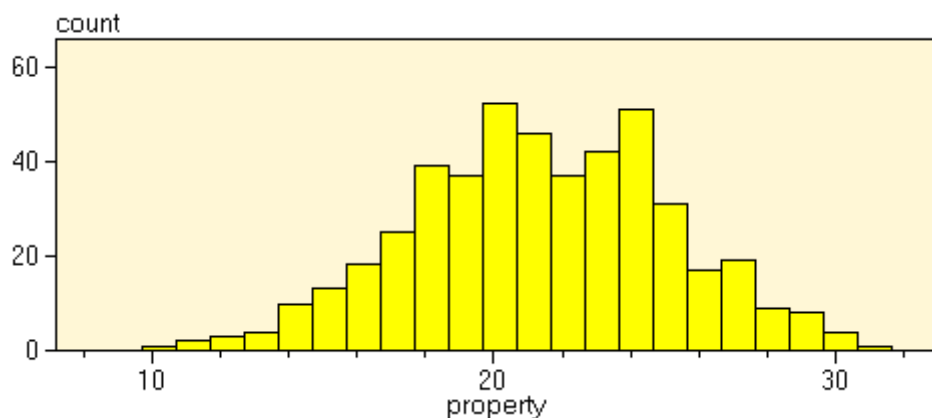


Рис. 18.3. Стовпчикова гістограма

Важливим питанням є кількість інтервалів, що використовуються при побудові стовпчикової гістограми. Якщо їх кількість надто велика чи надто мала, гістограма може приховати інформацію, яку можна отримати з наявних даних.

В емпіричних дослідженнях мають місце випадки, коли потрібно графічно передати зв'язок між абсолютною чи відносною кількістю об'єктів вивчення, які набувають одночасно двох якісних ознак. За таких обставин вдаються до побудови лінійчатих чи стовпчикових гістограм, розсіяних на координатній площині (з осями, що відповідають двом обстежуваним ознакам), висоти яких передають абсолютну чи відносну кількість об'єктів вивчення, які набувають відповідних значень чи попадають в інтервали з відповідними значеннями.

Якщо частоти значень якісної ознаки об'єктів вивчення є частиною одного цілого, то для графічного зображення зв'язку між значенням якісної ознаки та її частотою доцільно використовувати секторні гістограми. У таких гістограмах площа сектора пропорційна частоті появи значення досліджуваної характеристики.

Слід зазначити, що зазначеним перелік гістограм, що використовуються з метою графічної ілюстрації даних обстеження, не вичерпується. Водночас під

час вибору виду гістограми слід пам'ятати, що наочне представлення зв'язку між характеристиками сприймається візуально, і таке суб'єктивне сприйняття має відповідати об'єктивній реальності.

Загалом графічне представлення розподілу частот дає важливу попередню інформацію щодо характеру розподілу значень досліджуваної характеристики: про те, які значення зустрічаються частіше, а які рідше; наскільки виражена мінливість досліджуваної характеристики тощо.

**Упорядкування емпіричних даних.** Упорядкування масиву емпіричних даних здійснюється шляхом їх розташування у певному порядку. Кількісні показники упорядковуються в ряди за ознакою зростання чи спадання кількісного значення величини або якісної протяжності властивості. Категоріальні дані упорядковуються за принципом побудови номінальних шкал. Зокрема залежно від гіпотези дослідження об'єкти вивчення групують за віком, родом занять, освітою, висловленими міркуваннями тощо.

У педагогічних дослідженнях знаходить широке застосування перехресне групування (див. табл. 18.12).

Таблиця 18.12. Напрямки міграції різних категорій учителів (у відсотках)

Категорії \ Напрямок	1	2	3	4	5	6
В. місто – село	7,3	0,8	0,0	1,2	0,0	3,0
М. місто – село	8,0	6,6	3,2	10,6	0,0	21,2
Село – село	47,7	14,6	13,8	41,7	22,8	15,2
Село – м. місто	16,2	47,0	35,0	4,1	31,0	22,7
Село – в. місто	20,8	31,0	48,0	42,4	46,2	37,9

У такому групуванні до уваги беруть дві характеристики об'єктів вивчення. При цьому кожна з характеристик може набувати декілька фіксованих значень. Таке групування здійснюється з метою виявлення певних зв'язків, здійснення взаємоконтролю показників. У таблиці (18.12) наводяться гіпотетичні дані міграції різних категорій учителів обстежуваної вибірки. Ци-



фрами 1 – 6 позначені: 1 – молоді сімейні пари; 2 – неодружені чоловіки; 3 – незаміжні жінки; 4 – чоловіки, що залишились без жінок; 5 – жінки, що залишились без чоловіків; 6 – сімейні пари пенсійного віку.

Для цього масиву даних характерним є те, що кожний елемент вибірки обстежується за двома характеристиками, які можуть набувати декількох фіксованих значень.

Як приклад можна розглянути перехресну класифікацію віку подружніх пар (див. табл. 18.13).

Таблиця 18.13. Перехресне групування подружніх пар за віком (по вертикалі відкладено вік чоловіків, по горизонталі – вік жінок)

Ж. ч.	15–19	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50	Всього
15–19	42	10	3						55
20–24	158	504	51	10	1				719
25–29	52	271	184	22	7	2			538
30–34	5	52	87	69	13	5			231
35–39	1	12	27	29	21	2	3		95
40–44		1	9	18	17	8	2	1	56
45–49	1		3	6	16	16	7	1	49
50			1	4	11	15	21	43	95
Всього	259	850	365	168	86	47	33	45	1838

Характерною ознакою цього масиву даних є той факт, що кожний елемент вибірки (подружня пара) складається з двох частин, і кожна частина обстежується за однією і тією ж характеристикою, набуваючи при цьому декількох фіксованих значень. Можливий також випадок, коли елементи вибірки складаються з двох частин, і кожна частина обстежується за однією, але різними характеристиками.

Типовим випадком використання перехресного групування є пошук тенденції, динаміки процесу, часової зміни значень досліджуваної характеристики. У цьому випадку досліджуваними характеристиками є час і будь-яка

інша характеристика об'єктів вивчення. У таблиці (18.14) наводяться дані освітнього рівня гіпотетичної вибірки через кожні 10 років, починаючи з 1960 року.

Таблиця 18.14. Часові зміни рівня освіти обстежуваних (у відсотках)

Роки \ Освіта	1960	1970	1980
Вища і с / с освіта	2	4	9
Повна середня	6	16	33
Неповна середня	32	39	34
Початкова	60	41	24

Характерною ознакою цього масиву даних є той факт, що для кожного фіксованого значення однієї характеристики утворюється репрезентативна вибірка щодо сукупності, елементи якої обстежуються за другою характеристикою. Звісно, що крім часової протяжності, можна розглядати і просторову.

Наведені вище методи упорядкування даних використовують з метою емпіричної типологізації об'єктів вивчення. Емпірична типологізація – ефективний прийом аналізу даних. З цим методом пов'язують пошук стійких поєднань властивостей об'єктів вивчення. Найчастіше до уваги беруть дві – три їхні властивості і відстежують закономірності зміни їх значень. На відміну від емпіричної теоретична типологізація – узагальнення характеристик об'єктів вивчення на основі ідеальної моделі і теоретично обґрунтованих критеріїв. Якщо в емпіричній типологізації стійкість характеристик шукають шляхом багаторазового перебору, то в теоретичній типологізації критерії характеристик виявляються шляхом логічного аналізу. Як наслідок, теоретична типологізація веде до пояснення, емпірична типологізація допускає лише опис одержаних даних та їх інтерпретацію.

Більш складним є аналіз міри скупчення чи розсіяння ознак (властивостей) у багатомірному просторі. Задачі багатомірної типологізації характеристик об'єктів вивчення розв'язують за допомогою математичних процедур

розпізнавання образів – таксономії, яку використовують при масовому обстеженні різних соціальних явищ, фіксуючи при цьому десятки ознак (стать, вік, сімейний стан, професія, освіта, заняття до переїзду, заняття після переїзду, напрямок міграції, мета міграції тощо).

**Міри центральної тенденції.** Як правило, в педагогічному дослідженні беруть участь десятки, сотні, а то й тисячі учасників. У результаті обстеження їхніх характеристик отримують набір індивідуальних оцінок. Порівнювати між собою індивідуальні оцінки часто неможливо або недоцільно. Тому на практиці використовують агреговані (групові) оцінки. У якості групових оцінок найчастіше використовують міри центральної тенденції: моду, медіану і середнє арифметичне.

Мода (*Mod*) – це таке значення характеристики  $X$ , яке найчастіше зустрічається у даному масиві. Коли два сусідні значення зустрічаються однаково часто і частіше за інші, мода є середнім арифметичним цих двох значень. Якщо графік розподілу частот значень характеристики має одну вершину, то такий розподіл називається унімодальним. Бімодальний розподіл має дві вершини, навіть якщо частоти значень характеристики для них не строго рівні. У такому випадку виділяють більшу і меншу моду. Можуть мати місце випадки, коли у розподілі частот є декілька вершин. Тоді виділяють найбільшу моду і локальні моди. Якщо в масиві емпіричних даних усі значення зустрічаються однаково часто, то прийнято вважати, що у ньому нема моди.

Медіана (*Md*) у випадку непарної кількості членів вибірки чи сукупності – це значення характеристики  $X$ , якого набуває середній об'єкт масиву, тобто той об'єкт, який ділить вибірку чи сукупність на дві рівні частини. У випадку парної кількості членів вибірки чи сукупності для обчислення медіани додають два серединних значення характеристики і результат ділять на 2.

Як видно, медіана є 50-им процентілем. При визначенні  $n$ -ого процентіля усі значення досліджуваної характеристики розташовують у порядку зростання, відраховують від об'єкта з найменшим значенням  $n$  процентів об'єктів і

дивляться на значення досліджуваної характеристики для крайнього правого об'єкта у виділеній групі. Три квартилі ( $Q_1, Q_2, Q_3$ ) ділять масив даних на чотири рівні частини, чотири квінтілі ( $K_1, K_2, K_3, K_4$ ) ділять масив даних на п'ять рівних частин, дев'ять децилей ( $D_1, \dots, D_9$ ) ділять масив даних на десять рівних частин, дев'яносто дев'ять центилей ( $P_1, \dots, P_{99}$ ) ділять масив даних на сто рівних частин.

Найчастіше використовуваною мірою центральної тенденції є середнє арифметичне одержаних значень досліджуваної величини. Середнє арифметичне значення величини  $X$  обчислюють, користуючись співвідношенням:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (18.1)$$

Інколи використовують середнє геометричне значення величини  $X$ :

$$x_{gm} = \sqrt[n]{x_1 * \dots * x_n} \quad (18.2)$$

та її середнє гармонічне значення:

$$x_{hm} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}} \quad (18.3)$$

Водночас слід зазначити, що використання середнього арифметичного обмежене тим фактом, що на його величину суттєво впливає кожне окреме значення масиву даних. Якщо будь-яке значення у масиві даних збільшиться на  $c$ , то середнє арифметичне значення збільшиться на величину  $\frac{c}{n}$ . Таким чином, середнє арифметичне є надзвичайно чутливою характеристикою до екстремально малих і екстремально великих (які називають випадками) значень досліджуваної величини. І ця чутливість зростає зі зменшенням об'єму вибірки чи сукупності. Чого не можна сказати про моду і медіану. Водночас за малої кількості даних медіана і мода є малоефективними мірами центральної тенденції. Спільним недоліком усіх мір центральної тенденції є притаманна їм

інтерпретація у термінах помилок, що виникають через те, що агрегована оцінка заміняє усі значення масиву.

Загалом обчислення агрегованих оцінок на основі первинних емпіричних даних має бути коректним. Зокрема для даних, отриманих у шкалі інтервалів та відношень, коректними агрегованими оцінками є усі перелічені міри центральної тенденції. Для даних, отриманих у порядковій шкалі, коректними агрегованими оцінками є медіана і мода. Для даних, отриманих у номінальній шкалі, коректною агрегованою оцінкою є мода.

Специфічні умови висуваються у тому випадку, коли за допомогою мір центральної тенденції порівнюють групи за рівнем вираження досліджуваної властивості. Зокрема середні арифметичні значення у групах можна порівнювати тоді, коли:

- групи достатньо чисельні, щоб судити про форму розподілу частот;
- розподіли симетричні;
- відсутні „випади”.

Якщо хоча б одна з перелічених умов не виконується, то потрібно обмежитися у зазначеному порівнянні медіаною чи модою.

Потрібно вказати, що кожна міра центральної тенденції по-своєму характеризує масив емпіричних даних. Тому перед дослідником у кожному конкретному випадку постає завдання тонкого відчуття інтерпретаційної сили кожної з них. Візьмемо для прикладу середнє арифметичне. Нехай у навчальному закладі працює 50 працівників, отримуючи щомісячно зарплату  $x_i$ . Можна порахувати середнє арифметичне їхньої місячної зарплати. Але який зміст отриманої величини? Можна припустити, що ця величина характеризує середній добробут працівників, але чи це так? Якщо відмінності у зарплаті великі, то це далеко не так. Швидше, ця величина характеризує середні витрати на одного працюючого з боку навчального закладу у формі зарплати. Аналогічно зазначене стосується і медіани, і моди.

Варто пам'ятати також про те, що існують масиви даних, які не мають міри центральної тенденції.

**Міри мінливості.** Міри центральної тенденції відображають рівень вираження досліджуваної характеристики у цілому. Проте не менш важливим показником масиву емпіричних даних є вираження індивідуальних відмінностей між об'єктами за досліджуваною властивістю. Два масиви з одними і тими ж модою, медіаною і середнім арифметичним можуть бути різними щодо мінливості досліджуваної характеристики.

Найбільш простим і наочним способом представлення варіації даних є розмах масиву даних, тобто різниця між найбільшим і найменшим значеннями досліджуваної характеристики. Але ця міра мінливості нестійка, оскільки характеризує тільки два показники у вибірці: випадковий низький чи високий результати можуть суттєво вплинути на величину розмаху. Більш стійкими є розмах між 10 і 90 процентілями, половина від розмаху між третім і першим квартилями тощо.

Як впливає із зазначеного, розмах обчислюють за допомогою співвідношення:

$$R = x_{max} - x_{min}. \quad (18.4)$$

Точнішими мірами мінливості масиву даних є:

- середнє абсолютне  $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}, \quad (18.5)$

- коефіцієнт варіації  $CV = \frac{s_x}{\bar{x}} 100\%, \quad (18.6)$

- лінійний коефіцієнт варіації  $V_d = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} 100\%, \quad (18.7)$

- коефіцієнт асциляції  $V_R = \frac{R}{\bar{x}} 100\%,$

(18.8)

- дисперсія  $s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ ,

(18.9)

- стандартне відхилення:  $s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ .

(18.10)

Не важко показати, що збільшення кожного елемента масиву даних на одну і ту ж величину  $a$  ніяк не позначається на величині його дисперсії. Крім того, дисперсія двох масивів даних з однаковими дисперсіями, але різними середніми буде більшою у порівнянні із значенням дисперсії для кожного з масивів.

Доречно зазначити, що у використанні співвідношень для обчислення мір центральної тенденції, мінливості та інших агрегованих показників масиву даних потрібно мати на увазі, що аналітичні вирази для них можуть бути різними для вибірок і сукупностей. Сказане стосується, наприклад, дисперсії.

Формули, за допомогою яких обчислюють дисперсію, є різними для вибірок і сукупностей. Для вибірок  $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ , тоді як для сукупностей  $\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$ . Як правило, зазначені співвідношення вираховуються для сукупностей, які є або нескінченними, або надто великого розміру. А тому механічне їх використання для вибірок малого розміру призводить до певних похибок, часом суттєвих. Обчислені для вибірки агреговані оцінки можуть відрізнятися від таких для сукупності і внаслідок нерепрезентативності вибірки, оскільки в такому випадку розподіл вибіркових даних відрізняється від їх розподілу у сукупності.

Виконуючи обстеження, завжди можна очікувати одержати декілька значень, які суттєво відрізняються за величиною від інших значень масиву даних. Екстремальні значення, що суттєво відрізняються від інших значень масиву даних, називають випадками. Випади суттєво позначаються на значеннях ста-

тистик і характері розподілу. Тому завжди постає запитання, чи є достатньо підстав для того, щоб вилучити випадки з масиву даних. Безперечно, що статистична перевірка не дає відповіді на поставлене запитання, проте вона дає відповідь на запитання, чи наявний випадок статистично значущо відрізняється від решти даних масиву. У статистичній перевірці випадків використовують стандартне відхилення і міжквартильну відстань.

У випадку нормального розподілу даних для виявлення випадків користуються критерієм  $\pm 2,5s$ , що означає, що приблизно 99 % даних попадають у зазначений інтервал, а решту 1 % відкидаються, як промахи. Якщо дані розподілені не нормально, то потрібно бути більш обережним у визначенні критичного значення для вилучення випадків з масиву даних. Згідно теореми П. Чебишева потрібно вибирати інтервал  $\pm 4s$ , що означає, що приблизно 94 % даних попадають у зазначений інтервал, а решту 6 % відкидаються, як промахи. Потрібно зазначити, що зазначені тести вимагають щонайменше 10 спостережень, краще 25 і більше.

Описана вище техніка виявлення випадків найбільш придатна тоді, коли розподіли симетричні та унімодальні. У випадку асиметричних розподілів випадками вважають значення, що знаходяться поза межами інтервалу, обчисленого з використанням міжквартильної відстані:

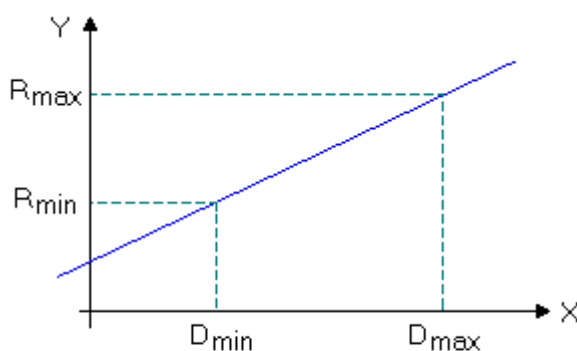
$$x_{0.25} - 1.5 [x_{0.75} - x_{0.25}] < x_i < x_{0.75} + 1.5 [x_{0.75} - x_{0.25}] \quad (18.11)$$

**Перетворення емпіричних даних.** За результатами використання діагностичного інструментарію отримують первинні оцінки: кількість правильно розв'язаних задач, кількість спроб розв'язати задачу, час розв'язання задачі, кількість відповідей, які співпадають з ключем (в опитувальниках) тощо. Але отримання емпіричних даних – не самоціль, їх необхідно аналізувати. В окремих методиках первинні оцінки виступають остаточними результатами у процесі аналізу. Проте у більшості випадків первинні показники важко інтерпретувати. Наприклад, як можна інтерпретувати той факт, що учень правильно розв'язав 62 субтести. Навіть, якщо досліднику відомо, що всього було 100



субтестів, то інтерпретувати отримані дані все ж важко. Інтерпретувати отримані дані було б легше, якби дослідник знав, як інші учні справились з цим тестом, як з ним справляються в інших регіонах, як з ним справлялися у різні часи, як з ним справляються, що найголовніше, члени репрезентативної вибірки.

Мабуть, найпростішим випадком перетворення первинних оцінок є їх представлення у тій же шкалі тільки з іншим діапазоном значень. Таке перетворення здійснюється за допомогою співвідношення (див. рис. 18.4):



$$Y = X \frac{R_{\max} - R_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}} + \frac{R_{\min} D_{\max} - R_{\max} D_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}}$$

Рис. 18.4. Перетворення шляхом зміни діапазону

У перетворенні первинних оцінок мають місце випадки, коли на основі первинних оцінок вторинні утворюють в іншій шкалі. При цьому слід пам'ятати, що завжди можливий перехід від більш потужної до менш потужної шкали, але не навпаки. До таких перетворень вдаються тоді, коли шкалу кількісних значень досліджуваної характеристики чи значень її якісної протяжності трансформують у шкалу рівнів за допомогою вибору деяких порогових значень, які при цьому необхідно повинні мати певну змістову інтерпретацію, що дослідники часто випускають з уваги.

Крім того, як уже частково зазначалось, первинні оцінки часто доводиться стандартизувати, тобто трансформувати їх у показники на стандартизованій шкалі. В цьому випадку вторинні оцінки показують, де знаходиться показник

даного об'єкта вивчення у порівнянні з показниками об'єктів репрезентативної вибірки.

Існує декілька способів перетворень первинних оцінок у стандартизовані вторинні: класний і віковий еквіваленти, процентільні ранг, станай, стандартна оцінка, профільні оцінка.

Класний еквівалент вказує на те, для якого класу одержані оцінки є типовими. Наприклад, якщо восьмикласники репрезентативної вибірки в середньому набирають 62 із 100 балів з арифметичного тесту, то тепер будь-який учень з будь-якого класу, який набирає з цього тесту 62 із 100 балів, еквівалентно відноситься до восьмого класу. Якщо семикласники репрезентативної вибірки набирають у середньому 57 балів за результатами випробування цим тестом, то будь-який об'єкт вивчення, який набрав 57 балів з цього тесту, еквівалентно є семикласником. Той учень, який з цього тесту набрав 60 балів, займає проміжне становище між сьомим і восьмим класами.

З наведеного прикладу випливає, що класний еквівалент є досить грубою шкалою. Тому на практиці переважно оперують не класом, а віком. Якщо прокалібрувати детальніше (через 1 місяць) типові результати у репрезентативній вибірці, то індивід може отримати еквівалент, скажімо, 12 років 1 місяць, незалежно від того, який його істинний вік, а залежно від того, скільки балів він набрав у тестовому випробуванні, і яким є середній показник з даного тесту для індивідів цього віку репрезентативної вибірки.

Процентільний ранг вказує на відсоток індивідів, які набрали дану чи меншу кількість балів:

$$Pr = \frac{a+b}{n}100, \quad (18.12)$$

де  $a$  – кількість суб'єктів, які мають показник, нижчий за даний;

$b$  – кількість суб'єктів, які мають даний показник;

$n$  – загальна кількість суб'єктів.

Нехай у репрезентативній вибірці із 100 учнів 80 учнів набрали менше, ніж 85 балів, 2 – 85 балів і 18 – більше, ніж 85 балів. Тоді для показника 85 ба-

лів  $Pr = 82\%$ . Тепер, якщо за результатами тестового випробування будь-який об'єкт вивчення набирає 85 балів, то його процентильний ранг становить 82%. Звісно, що у процентілі можна перевести первинні оцінки з чутливістю до одного бала. Тапер для будь-якого об'єкта вивчення, який набрав будь-який бал за результатами обстеження, можна визначити його процентильний ранг. Як бачимо, процентильна шкала є чутливішою у порівнянні зі шкалою вікового еквіваленту. Проте вона не позбавлена певних недоліків. Основний недолік процентильної шкали у її нерівномірності. При нормальному розподілі частоти значень досліджуваної характеристики частоти мало відрізняються між собою для значень досліджуваної характеристики у центрі масиву даних, а з віддаленням від нього все більше і більше відрізняються. Тому рівним різницям значень досліджуваної характеристики поблизу центру і на периферії масиву даних відповідають неоднакові інтервали на процентильній шкалі.

Процентильний ранг слід відрізнити від процентіля. Процентильний ранг відрізняється від процентіля тим, що вказує на відсоток суб'єктів, які мають даний, або нижчий за даний показник, тоді як процентіль вказує на значення величини, менше за яке має заданий відсоток членів вибірки. Іншими словами, в першому випадку на основі заданого значення обстежуваної характеристики вираховується відсоток об'єктів вивчення, в другому випадку, виходячи із значення відсотка об'єктів вивчення, вираховується значення обстежуваної характеристики.

Недоліки процентильних рангів певною мірою нівелюються у шкалі станайнів. У зазначеній шкалі первинні показники трансформуються в оцінки від 1 до 9. З метою перетворення емпіричних даних у показники шкали станайнів первинні оцінки упорядковуються за ознакою зростання, з них утворюють 9 груп з кількістю осіб у кожній групі, які відповідають частотам оцінок в нормальному розподілі результатів обстеження: 4%, 7%, 12%, 17%, 20%, 17%, 12%, 7%, 4%. Зазначеним групам присвоюються бали відповідно

від 1 до 9. Середнє арифметичне масиву емпіричних даних, перерахованих у шкалу станайнів,  $\bar{x} = 5$ , стандартне відхилення вторинних оцінок  $s_x = 2$ .

Частковим випадком стандартизації даних є їх центрування середнім значенням, одержаним у репрезентативній вибірці, за допомогою співвідношення:

$$y_i = x_i - \bar{x}. \quad (18.13)$$

Оскільки оцінки, центровані середнім арифметичним, не позбавлені певних недоліків, то частіше використовують стандартні оцінки, перераховані за допомогою стандартного відхилення. Такі оцінки прийнято називати  $z$ -оцінками.  $Z$ -оцінка показує, як далеко знаходиться первинна оцінка від середнього арифметичного значення для репрезентативної вибірки в одиницях стандартного відхилення:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}. \quad (18.14)$$

Неважко помітити, що  $\bar{z} = 0$  і  $s_z = 1$ . Проте  $Z$ -оцінки інколи бувають незручні у користуванні (внаслідок своєї дробності чи негативності). Щоб цього позбутися, їх перетворюють за допомогою співвідношення:

$$y_i = cz_i + d. \quad (18.15)$$

Зокрема при  $c = 10$  і  $d = 50$  первинні дані переводять у  $T$ -оцінки:  $T_i = 10z_i + 50$ . З наведеного випливає, що  $\bar{T} = 50$  і  $s_T = 10$ . Вибираючи у кожному конкретному випадку (для різних обстежуваних характеристик у репрезентативній вибірці) необхідні значення  $c$  і  $d$ , можна утворити уніфіковану стандартизовану шкалу, яка носить назву профільної шкали. Профільна оцінка – спосіб представлення емпіричних даних, при якому оцінки по окремих групах завдань за допомогою спеціальних прийомів приводяться до співрозмірних одиниць і відображаються на спільній шкалі.

Часто постає запитання, яку з вторинних оцінок найзручніше використовувати для інтерпретації емпіричних даних. Є багато доказів того, що найкраще мати справу із стандартними оцінками. Потрібно зазначити, що первинні оцінки з будь-яким частотним розподілом можна трансформувати у  $z$ -оцінки, і

в цьому є певний сенс. Проте якщо розподіл частот відрізняється від нормального, то отримані  $z$ -оцінки не можна інтерпретувати у термінах відсотків і ймовірності.

**Трансформація масиву емпіричних даних.** Якщо моделювання використовується до багатомірних проблем, більшість методів виявляються неспроможними виробити задовільну модель внаслідок складності масиву даних. І хоча існує деякий зв'язок між даними, його не можна змоделювати, тому що він приховується надто великою кількістю змінних. У такому випадку методи попереднього аналізу даних можуть суттєво підвищити якість результату. Попередній аналіз даних вимагає певних знань про них. Власне кажучи, попередній аналіз є засобом презентації специфічних знань про масив даних. У математичних термінах попередній аналіз так трансформує масив даних, що потрібна менша кількість змінних для побудови моделі, а зв'язок між змінними-факторами і функцією-відгуком набуває простішої форми.

Екстремальний, але широко використовуваний приклад демонструє ідею трансформації масиву даних (див. рис. 18.5). Уявімо, що ми маємо дві групи об'єктів, які описуються трьома параметрами  $x_1$ ,  $x_2$  і  $x_3$ . Трансформуємо масив даних у масив, який визначається двома іншими дескрипторами  $l_1$  і  $l_2$ . Нові дескриптори передають відстань об'єктів до фокусів еліпсоїда  $F_1$  і  $F_2$ . Відображення об'єктів у площині  $l_1$ - $l_2$  трансформує еліптичний кластер у прямокутну область.

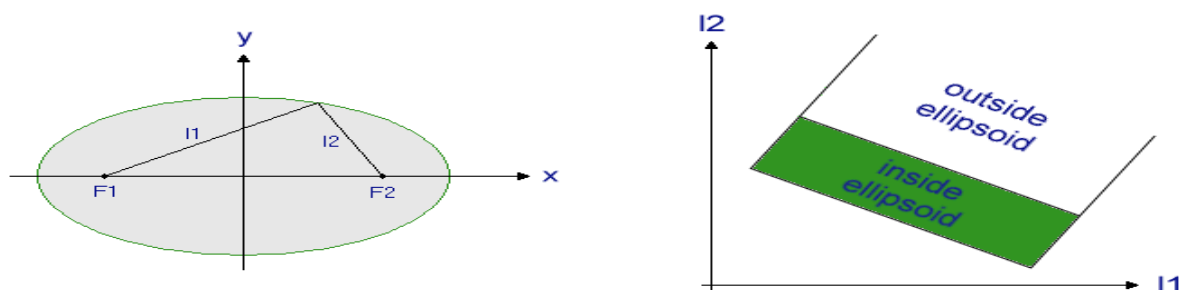


Рис. 18.5. Трансформація масиву даних

Цей приклад показує, що трансформація масиву даних може суттєво полегшити розв'язання проблеми. Насправді, знаючи, що кластер 1 утворює еліпсоїд, і використовуючи деякі знання аналітичної геометрії, ми трансформуємо масив даних таким чином, що кількість необхідних змінних зменшується, а нелінійна проблема набуває лінійного характеру (що робить доступним застосування добре зарекомендованих методів).

### **Запитання**

- \* Як буде виглядати графік залежності між двома величинами, що характеризують об'єкт вивчення?*
- \* Як буде виглядати крива розподілу частот?*
- \* Як буде виглядати полігон частот?*
- \* У яких випадках користуються лінійними, стовпчиковими і секторними гістограмами?*
- \* У який спосіб упорядковують емпіричні дані?*
- \* Чим відрізняється крестаблиця від таблиці перехресного групування?*
- \* У яких задачах ефективно працює перехресне групування емпіричних даних?*
- \* У чому відмінність між емпіричною і теоретичною типологізацією?*
- \* Що таке абсолютна кількість значень обстежуваної характеристики?*
- \* Що таке відносна кількість значень обстежуваної характеристики?*
- \* Що таке накопичена частота?*
- \* У яких випадках оперують частотою інтервалів значень вимірюваної величини?*
- \* Чому реальний розподіл частоти зручно апроксимувати кривою нормального розподілу?*
- \* Що дозволяють математичні методи описової статистики?*
- \* Що таке статистика?*
- \* Що таке параметр?*

- \* *Відповіді на які запитання беруть до уваги, плануючи статистичний аналіз емпіричних даних?*
- \* *До чого призводить змішування обстежувальних еталонів?*
- \* *Які вимоги висуваються до чисельності емпіричного масиву для його коректного статистичного аналізу?*
- \* *Що характеризують міри мінливості?*
- \* *Як визначається медіана?*
- \* *Що таке кuartіль, квінтіль, деціль і процентіль?*

### **Завдання**

- \* *Назвіть коректні математичні методи статистичного аналізу емпіричних даних, отриманих у номінальній, порядковій, інтервалів та відношень шкалі.*
- \* *Наведіть приклади параметричних і непараметричних даних.*
- \* *Наведіть приклади унімодального і бімодального розподілів.*
- \* *Проілюструйте на прикладі головні вади моди, медіани і середнього арифметичного.*
- \* *Наведіть приклади вдалого і невдалого використання середнього арифметичного для порівняння двох масивів даних.*
- \* *Утворіть гіпотетичний масив даних і обчисліть для нього міри мінливості.*
- \* *Розкрийте якісну інтерпретацію мір мінливості масиву даних.*
- \* *Поясніть причину необхідності у більшості випадків перетворювати первинні оцінки обстеження у вторинні?*
- \* *Проілюструйте використання вікового і класного еквівалентів.*
- \* *Проілюструйте використання процентільного рангу.*
- \* *Назвіть недоліки і переваги процентільних оцінок.*
- \* *Розкрийте технологію стандартизації первинних оцінок.*
- \* *Розкрийте цінність процедури стандартизації.*
- \* *Наведіть гіпотетичний приклад варіаційного ряду.*

- \* *Наведіть гіпотетичний приклад кростаблиці.*
- \* *Наведіть гіпотетичний приклад таблиці “суб’єкти – властивості”.*
- \* *Покажіть роль гіпотези дослідження в групуванні емпіричних даних.*
- \* *Перелічіть типи розподілу частот.*

## **§ 19. Вивідна статистика**

**Завдання вивідної статистики.** З різних причин до дослідження часто залучається лише частина об’єктів вивчення чи значень обстежуваної характеристики із загальної їх кількості, тобто вибірка. Проте за інтегрованими результатами, одержаними на вибірці, дослідник робить певні припущення щодо інтегрованих значень обчислених характеристик, притаманних сукупності. Інтегровані оцінки, як уже згадувалось, обчислені для вибірки, називаються статистиками, такі ж оцінки, обчислені для сукупності, називаються параметрами.

Параметри переважно позначаються грецькими літерами, статистики – латинськими. Зокрема середнє арифметичне значення досліджуваної характеристики для сукупності позначається символом  $\mu$ , для вибірки – символом  $m$ , стандартне відхилення значень досліджуваної характеристики для сукупності позначається символом  $\sigma$ , для вибірки – символом  $s$ . Сукупністю, як уже зазначалося, називають загальну кількість досліджуваних об’єктів чи можливих значень досліджуваної характеристики. Вибірка – це множина об’єктів, відібраних з сукупності, або реальні значення обстежуваної характеристики, одержані в процесі дослідження. Вибірка завжди скінченна, сукупність може бути скінченною і нескінченною. У випадку скінченності сукупності дослідник може оперувати усіма її об’єктами чи значеннями обстежуваної характеристики.

Потрібно зазначити, що математичні методи, які використовуються при оцінці параметрів сукупності на основі статистик вибірки, визначаються характером сукупності: її скінченністю чи нескінченністю. Оскільки математичні співвідношення практично тотожні для випадків нескінченної сукупності і су-



купності, яка більше, ніж у сто разів за об'ємом переважає утворену з неї вибірку, то усі такі сукупності умовно вважають нескінченними. Усі наведені нижче співвідношення стосуватимуться нескінченних сукупностей. При цьому варто відмітити, що для скінченних сукупностей теж розроблено достатньо надійний математичний апарат статистичного аналізу емпіричних даних. І хоча серед дослідників розповсюджена помилкова думка про те, що математична статистика застосовна тільки до великого за обсягом числового масиву, насправді сучасні математичні методи статистичного аналізу емпіричного матеріалу дають можливість оцінювати параметри сукупності і встановлювати для них межі довірчих інтервалів навіть для вибірок з двох обстежень.

Щоб слугувати основою для оцінки параметрів сукупності, вибірка має бути репрезентативною. Найбільше шансів бути репрезентативною у простій випадкової вибірки. Проте ніхто не знає, чи буде утворена проста випадкова вибірка репрезентативною. З упевненістю можна тільки стверджувати, що така вибірка представляє сукупність у всіх відношеннях випадково.

У вивідній статистиці використовують два види оцінок: точкову та інтервальну. Точкова оцінка – це числове значення статистики, що використовується для оцінки параметра сукупності. Інтервальне оцінювання полягає у визначенні інтервалу в околі числового значення статистики, в якому знаходиться розглядуваний параметр. Такий інтервал значень інакше називають довірчим інтервалом параметра сукупності. Отже, одним із завдань статистичного аналізу емпіричних даних є оцінка параметрів сукупності на основі обчислених статистик вибірки з певним наперед вибраним ступенем вірогідності того, що параметр сукупності знаходиться у межах окресленого довірчого інтервалу. У межах вивідної статистики перевіряють також статистичні гіпотези щодо значення параметра сукупності чи відношення між параметрами для декількох сукупностей на основі значень відповідних статистик.

**Теоретичні основи вивідної статистики.** Одержавши інтегроване значення досліджуваної характеристики у вибірці, можна його екстраполювати на сукупність, з якої утворена вибірка, скориставшись точковою оцінкою. Проте у багатьох випадках намагаються дати більш надійну оцінку параметрів сукупності шляхом обчислення відповідних статистик вибірки. Для розв'язання зазначеної задачі розроблено математичні методи оцінки, за допомогою яких з певною ймовірністю робляться висновки про параметри сукупності на основі статистик вибірки. Щоб така оцінка була коректною, вибірка має бути репрезентативною. При цьому методи оцінки параметрів сукупності залежать від об'єму вибірки. У випадку використання вибірок достатньо великого об'єму розподіл частоти статистик наближається до нормального (якщо, звичайно, частота значень досліджуваної характеристики розподілена нормально у сукупності), що робить можливим застосування в оцінці критерію стандартного відхилення. У випадку мало чисельних вибірок (за тієї ж умови) розподіл частоти статистик далекий від нормального, а отже, використання стандартного відхилення при оцінці параметрів сукупності у такому випадку є необґрунтованим.

Щоб збагнути теоретичні підвалини, на яких ґрунтується процедура оцінки параметрів на основі відповідних статистик, розглянемо такий гіпотетичний приклад. Нехай з сукупності, що нараховує 1000 об'єктів вивчення, дослідник утворив 10 вибірок по 100 об'єктів у кожній і, вимірявши значення досліджуваної характеристики у всіх об'єктів, обчислив середні арифметичні значення для кожної з вибірок та для сукупності у цілому. Усі середні арифметичні значення будуть дещо відрізнятися між собою і від середнього арифметичного значення для сукупності, оскільки вибірки є дещо різними і точно не репрезентують сукупність. Нехай дослідник хоче на основі одержаних середніх арифметичних значень для вибірок оцінити середнє арифметичне значення досліджуваної характеристики для сукупності. Оскільки кожна вибірка утворена у межах залученої сукупності, то він міг би

скористатись середнім арифметичним значенням досліджуваної характеристики для будь-якої вибірки. Але вони різні. Яке з них можна вибрати, оцінюючи параметр?

Щоб відповісти на поставлене запитання, утворимо з об'єктів вивчення усі можливі вибірки по 100 елементів у кожній. Прості підрахунки показують, що таких вибірок буде дуже багато. Наближено можна вважати, що утворених вибірок нескінченна кількість. Насправді нескінченну кількість вибірок можна утворити тільки з нескінченної сукупності. Обстежимо значення характеристики  $X$  у всіх об'єктів вивчення і обчислимо її середнє арифметичне значення для кожної вибірки і сукупності у цілому. Після цього обчислимо середнє арифметичне для середніх арифметичних значень для вибірок і побачимо, що воно практично співпадає із середнім арифметичним значенням для сукупності. Розіб'ємо діапазон середніх арифметичних значень для вибірок на інтервали і порахуємо кількість вибірок, що попадають у кожний інтервал. Побудувавши гістограму розподілу частоти середніх арифметичних значень для вибірок, побачимо, що вона наближено розподілена нормально.

Із зазначеного випливає, що якщо частота значень характеристики  $X$  у сукупності нормально розподілена, то утворивши велику кількість достатнього об'єму вибірок з цієї сукупності, можна очікувати, що частота середніх арифметичних значень досліджуваної характеристики для вибірок розподіляється нормально. Більше того, навіть у випадку не нормального розподілу частоти значень характеристики  $X$  у сукупності, частота її середніх арифметичних значень для вибірок розподіляється нормально, якщо тільки вони достатнього об'єму.

Якщо нереально обстежити усі об'єкти вивчення у сукупності, то нереально і обчислити середнє арифметичне значення для середніх арифметичних значень досліджуваної характеристики для вибірок у випадку їх великої кількості. Тому дослідник користується середнім арифметичним значенням обстежуваної характеристики для однієї вибірки. Звісно, він не може

сподіватися, що статистика для використаної вибірки співпаде з параметром для сукупності. Тому він будує інтервал з центром, що дорівнює одержаному ним значенню статистики, з таким розрахунком, щоб у цей інтервал попав параметр для сукупності. В інтервал нескінченного розміру параметр для сукупності обов'язково попаде. Тільки такий інтервал практично непридатний, оскільки він не локалізований. Як наслідок, дослідник будує скінченний інтервал. Але оскільки інтервал не нескінченний, то може трапитися так, що параметр для сукупності у нього не попаде. Тому дослідник вказує на ймовірність того, що параметр для сукупності попадає в інтервал, побудований довкола статистики для вибірки.

Якими міркуваннями він при цьому користується? Відомо, що якщо випадкова величина розподілена нормально, то в межах одного стандартного відхилення від її середнього арифметичного значення знаходиться приблизно 68% спостережень, у межах двох стандартних відхилень – 95% спостережень і в межах трьох стандартних відхилень – 99% спостережень. Отже, оскільки значення параметра дорівнює середньому арифметичному значенню статистик, то можна стверджувати, що в інтервал з межами у три стандартних відхилення для статистик, побудований довкола середнього значення для статистик, у 99 випадків із 100 попадають значення статистик випадково утворених дослідником вибірок. Якщо тепер вважати, що статистика не є промахом, то побудувавши навколо неї інтервал у три стандартні відхилення від середнього для середніх арифметичних значень для вибірок, можна констатувати з  $p = 0,99$ , що параметр для сукупності попадає у побудований інтервал. Звузивши межі довірчого інтервалу до двох стандартних відхилень, втрачають у впевненості, що параметр міститься у побудованому інтервалі ( $p = 0,95$ ). Подальша локалізація середнього арифметичного для сукупності супроводжується відповідним зменшенням впевненості, що воно міститься у побудованому інтервалі. Зокрема, якщо межами довірчого інтервалу обрати точки, віддалені від статистики на одне стандартне відхилення для статистик,

то ймовірність того, що середнє арифметичне значення для сукупності міститься у цьому інтервалі, становить лише 0,68.

Описана вище модель практично реалізується у такий спосіб. У реальному процесі дослідник комплектує одну вибірку в межах сукупності, проводить обстеження і отримує множину значень характеристики  $X$ . Після цього він обчислює середнє арифметичне  $\bar{x}$ . Було б добре, якби  $\bar{x} = \langle \bar{x} \rangle$ , проте насправді так буває дуже рідко, як правило,  $\bar{x} \neq \langle \bar{x} \rangle$ , причому  $\bar{x}$  може лежати як справа, так і зліва від  $\langle \bar{x} \rangle$ . Разом з тим, якщо взяти довкола  $\bar{x}$  інтервал, наприклад, у 2 стандартних відхилення від середнього для статистик, то у 95 випадках із 100  $\langle \bar{x} \rangle$  попадає у нього. Можливість помилитися щодо того, що  $\langle \bar{x} \rangle$  перекривається цим інтервалом, рівна 0,05. Зазначене слід розуміти таким чином, що в одному з двадцяти випадків утворення випадкової вибірки дослідник помиляється, а саме, окреслений ним інтервал значень довкола обчисленої статистики не міститиме середнє арифметичне значення для сукупності. Іншими словами сказане означає, що якщо б дослідник мав можливість утворити 20 випадкових вибірок у межах сукупності, то у 19 випадках він одержував би для них такі середні арифметичні значення, довкола яких побудовані інтервали з межами у два стандартні відхилення від середнього значення статистик покривали б середнє арифметичне значення для сукупності. Якщо така вірогідність видається не переконливою для дослідника, то він розширює межі інтервалу до трьох стандартних відхилень і очікує, що у 99 випадках із 100 утворені випадково вибірки дають середні арифметичні значення, в побудовані довкола яких інтервали з межами у три стандартні відхилення від середнього значення статистик попадає середнє арифметичне значення досліджуваної величини для сукупності. Якщо зазначена у двох наведених випадках вірогідність є зайвою в умовах виконуваного дослідження, то дослідник обмежується шириною інтервалу в одне стандартне відхилення від середнього значення статистик. Загалом дослідник може будувати інтервали довкола середнього

арифметичного значення досліджуваної величини для вибірки з довільними межами.

Доречно наголосити, що тільки тоді, коли розподіл частоти середніх арифметичних значень характеристики  $X$  для вибірок є нормальним, можна констатувати, який їх відсоток лежить в інтервалі одного стандартного відхилення відносно  $\langle \bar{x} \rangle$ , який – в інтервалі двох стандартних відхилень, який – в інтервалі трьох стандартних відхилень і т. д. Строго кажучи, характерною особливістю нормального розподілу частоти середніх арифметичних значень досліджуваної характеристики є той факт, що 68,26% із всіх середніх значень лежать в діапазоні одного стандартного відхилення від середнього середніх арифметичних для вибірок; для двох стандартних відхилень це 95,44 %, для трьох – 99,72 %.

Як бачимо, набуває практичного значення величина стандартного відхилення значень статистик від середнього арифметичного для статистик. Щоб уникнути неприємної процедури громіздкого обчислення, можна скористатись формулою:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}, \quad (19.1)$$

де  $\sigma_x$  – стандартне відхилення характеристики  $X$  у сукупності. Проте ця величина, як правило, не відома, тому  $\sigma_{\bar{x}}$  наближено обчислюють за допомогою:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}, \quad (19.2)$$

де  $n$  – об'єм вибірки.

З урахуванням зазначеного не важко дійти висновку, що оцінка параметрів сукупності, зроблена на основі знань про статистику вибірки, ґрунтується на законі великих чисел. А необхідною умовою застосування розглянутих методів оцінки параметрів сукупності є забезпечення випадковості при утворенні вибірки.

Загалом існують два підходи до того, як ми забезпечуємо очевидність такого узагальнення. Перший з них – модель утворення вибірки. При цьому визначається сукупність, на яку будуть поширюватися висновки, з неї вибирається вибірка, проводиться дослідження, одержані результати поширюються на сукупність, з якої утворена вибірка. Трудність такого підходу у тому, що не завжди вдається утворити репрезентативну стосовно сукупності вибірку. Другий підхід носить назву моделі проксимальної подібності. Застосовуючи цей підхід, дослідник приймає, що ми можемо поширити результати виконаного дослідження на інших осіб, в інше місце і в інший час. Проте таке поширення ніколи не відбувається з впевненістю – воно завжди є питанням більшої чи меншої подібності.

І перший, і другий підходи не позбавлені загроз зовнішній валідності виконаних оцінок параметрів сукупності на основі знань про статистику вибірки. Загроза зовнішній валідності – це пояснення, як дослідник може припуститися помилки під час поширення результатів дослідження. Будь-яке дослідження, як правило, пов'язане з певними особами, місцем і часом, а тому загрози зовнішній валідності пов'язані з нееквівалентними особами, місцем і часом.

Один із шляхів покращення зовнішньої валідності – використання випадкової вибірки. Крім того, зовнішня валідність підвищується із збільшенням кількості обстежень (у різних місцях, у різні моменти часу, з іншими учасниками).

**Визначення меж довірчого інтервалу.** Оскільки середнє значення усіх середніх для вибірок рівне середньому значенню сукупності ( $\langle \bar{x} \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \mu$ ), то межі довірчого інтервалу з ризиком помилитися у  $\alpha$  % випадках, строго кажучи, знаходиться з:

$$\bar{x} - Z_{1-\alpha/2} \sigma_{\bar{x}} \leq \mu \leq \bar{x} + Z_{1-\alpha/2} \sigma_{\bar{x}}. \quad (19.3)$$

Реально у визначенні меж довірчого інтервалу беруть до уваги отримане значення статистики, розмір вибірки, затребуваний ступінь точності, а також

враховують той факт, що дисперсія середнього для вибірок дорівнює дисперсії сукупності, поділеній на  $n$  ( $\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_x^2}{n}$ ). Як наслідок, 95% довірчий інтервал для  $\mu$  має вигляд  $\bar{x} \pm 1,96 \sigma_x / \sqrt{n}$ . Це означає, що якщо утворити 100 випадкових вибірок однакового об'єму  $n$  у межах даної сукупності, підрахувати для вибірок середні арифметичні значення характеристики  $X$  і побудувати 100 довірчих інтервалів для  $\bar{x}$ , то можна очікувати, що приблизно 95 інтервалів із 100 будуть включати  $\mu$ . На практиці, звичайно, будують один довірчий інтервал для  $\bar{x}$  і стверджують, що з 95% достовірністю  $\mu$  знаходиться в цьому інтервалі. Для загального випадку межі довірчого інтервалу записують у вигляді:

$$\bar{x} - z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (19.4)$$

У тих випадках, коли  $\sigma_x$  невідоме, для обчислення меж довірчого інтервалу для  $\bar{x}$  користуються співвідношенням:

$$\bar{x} - t_{k,1-\alpha/2} \frac{s_x}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{k,1-\alpha/2} \frac{s_x}{\sqrt{n}} \quad (19.5)$$

Затребуваний ступінь достовірності при цьому задається значенням виразу  $100(1 - \alpha)\%$ .

Потрібно зазначити, що потреба за обчисленням для вибірки  $\bar{x}$  оцінити  $\mu$  для сукупності виникає дуже часто. Для цього будують для  $\bar{x}$  інтервал, в який з наперед заданою ймовірністю попаде  $\mu$ . У зв'язку з цим задають ймовірність того, наскільки може бути помилковим твердження дослідника, що  $\mu$  попаде в інтервал, побудований на основі обчисленого значення  $\bar{x}$ . Як правило, вибирають 5% значення похибки, що означає, що лише 5% випадково вибраних з сукупності вибірок об'ємом  $n$  дадуть  $\bar{x}$ , в інтервал якого  $\mu$  не попаде. Проте на практиці переважно користуються саме цим інтервалом. І для цього є певне психологічне підґрунтя. Якщо ймовірність помилитися становить 0,05, то це означає, що в кожному із двадцяти випадків слід очікувати помилки, але хіба можемо ми повірити в те, що виконане нами дослідження (один випадок) є саме тим помилковим.



Вище у якості прикладу розглянуто процедуру оцінки середнього арифметичного значення досліджуваної характеристики у сукупності на основі одержаного середнього арифметичного її значення у вибірці. Але за такою схемою можна оцінювати й інші інтегровані показники масиву даних.

**Статистичні гіпотези.** Екстраполюючи числові значення інтегрованих показників, одержаних на виборці, на сукупність, дослідник фактично формулює певні гіпотези і перевіряє їх. Такі гіпотези носять назву статистичних. Статистична гіпотеза – це деяке припущення стосовно параметрів сукупності на основі статистик вибірки, утвореної в її межах. Статистичні гіпотези, як правило, формулюються стосовно значення параметра сукупності і тотожності значень параметрів для декількох сукупностей на основі значень статистик вибірок. Гіпотези щодо значення параметра формулюється у такому вигляді: чи природно припустити, що значення параметра сукупності більше, дорівнює, менше за певне значення. Аналогічно для порівняння двох сукупностей статистичні гіпотези формулюються у такому вигляді: чи природно припустити, що значення параметрів сукупностей рівні, відрізняються між собою взагалі чи у певному напрямку.

Проілюструємо формулювання статистичної гіпотези на гіпотетичному прикладі. Нехай дослідник за результатами обстеження членів вибірки одержав масив значень досліджуваної характеристики  $X$ . Обчисливши середнє арифметичне для вибірки, він одержує певне значення  $\bar{x}$ . На основі обчисленого значення  $\bar{x}$  дослідник робить припущення, що у сукупності  $\mu = a$ . Це твердження називають нульовою гіпотезою і позначають символом  $H_0: \mu = a$ . Альтернативною до сформульованої є гіпотеза  $H: \mu \neq a$ . Якщо  $H_0: \mu = a$  правильна, то середнє арифметичне  $\bar{x}$  лежить у межах довірчого інтервалу, побудованого довкола  $\mu = a$ , граничні точки якого визначаються наперед вибраним рівнем достовірності  $\alpha$ . У такому випадку  $H_0: \mu = a$  приймається з ризиком помилитися  $\alpha$ . Якщо  $\bar{x}$  знаходиться поза межами зазначеного інтервалу, то приймається  $H: \mu \neq a$  з тим же ризиком помилитися  $\alpha$ . З наведеного запису

альтернативної гіпотези видно, що для дослідника у цьому випадку байдуже, з якого боку поза межами довірчого інтервалу знаходиться емпірично знайдене  $\bar{x}$ , тому рівень достовірності  $\alpha$  він ділить пополам і шукає дві критичні точки, симетричні відносно  $\mu = a$  для  $\alpha/2$ . Така гіпотеза носить назву двосторонньої. Якщо для дослідника важливо, у який бік від  $a$  відхиляється  $\mu$ , то він формулює альтернативні гіпотези  $H_1: \mu < a$  і  $H_2: \mu > a$ . Такі гіпотези називають односторонніми. У такому випадку побудований ним довірчий інтервал для  $\mu = a$  на рівні достовірності  $\alpha$  обмежується однією критичною точкою зліва або справа. Якщо знайдене емпіричне значення лежить зліва від лівої критичної точки, то приймається  $H_1: \mu < a$ . Якщо знайдене емпіричне значення лежить справа від правої критичної точки, то приймається  $H_2: \mu > a$ . Зрозуміло, що якщо знайдене емпіричне значення лежить між двома критичними точками, то приймається  $H_0: \mu = a$ .

Загалом перевірка статистичної гіпотези полягає у знаходженні різниці між двома значеннями досліджуваної характеристики чи її інтегрованого показника і порівнянні одержаного результату з тим, якого можна очікувати у зв'язку з випадковими коливаннями. Звісно, що якщо зазначена різниця більша логічно очікуваної, значення характеристики чи її інтегровані показники значущо відрізняються між собою; у протилежному випадку ця різниця є не значущою.

Як видно із наведеного вище, прийняття рішення при перевірці статистичної гіпотези пов'язане з вибором критичних значень. При цьому розрізняють два випадки. Можна поставити перед собою запитання: чи попадає характеристичне значення (зазначена вище різниця) у проміжок між двома критичними значеннями величини чи її інтегрованого показника (двостороння перевірка). Можна також цікавитись, чи знаходиться характеристичне значення (зазначена вище різниця) зліва чи справа від критичного наперед вибраного значення цієї величини чи її інтегрованого показника (одностороння перевірка). Як наслідок, стає зрозуміло, чому одні перевірки носять назву односторонньої, а

інші – двосторонньої. Односторонні перевірки мають одну область відхилення гіпотези, двосторонні – дві. Критичне наперед вибране значення величини чи її інтегрованого показника називають критерієм значущості. Двосторонній критерій значущості використовується у тих випадках, коли при порівнянні двох величин чи їх інтегрованих значень потрібно оцінити абсолютну величину відмінностей між ними, тобто представляють однаковий інтерес як позитивні, так і негативні різниці. У тих випадках, коли потрібно переконатися, що одна величина у середньому строго більша за іншу (чи строго менша за іншу), використовується односторонній критерій значущості. Слід зауважити, що за допомогою критерію значущості статистична гіпотеза у кожному окремому випадку може бути спростована, але ніколи за допомогою критерію значущості ця гіпотеза не може бути доведена.

Критичні значення для прийняття чи відхилення статистичної гіпотези певним чином визначаються рівнем достовірності, тобто наперед заданою помилкою відхилити гіпотезу, коли вона насправді правильна, або прийняти гіпотезу, коли вона насправді неправильна. Рівень достовірності виражає ймовірність, якою можна знехтувати у даному дослідженні. Рівень достовірності – поняття математичної статистики, яке виражає ймовірність помилкового висновку відносно статистичної гіпотези щодо сукупностей, яка перевіряється на основі емпіричних даних окремих вибірок. Якщо, наприклад, дослідник обмежується значенням  $\alpha = 0,05$  (що найчастіше буває в педагогічних дослідженнях), то це означає, що він допускає, що 5% вибірок, утворених у межах сукупності, можуть дати результати, протилежні до тих, які отримані на основі даної вибірки. Підставою для переважного використання 5% рівня достовірності є той факт, що він, з одного боку, достатньо великий для відхилення помилкових гіпотез, з іншого боку, цей рівень достатньо малий, що призводить до відхилення лише небагатьох правильних гіпотез. При цьому, якщо відхиляється дійсно правильна гіпотеза, то допускається помилка першого роду. Якщо приймається дійсно неправильна гіпотеза, то допускається помилка другого

роду. Помилка першого роду полягає у тому, що відхиляється гіпотеза у той час, коли вона дійсно правильна. Помилка другого роду полягає у тому, що гіпотеза приймається у той час, коли вона дійсно не правильна. Ймовірності зазначених помилок розглядають як ризик прийняття неправильного рішення, тому у процесі перевірки статистичних гіпотез вибирають такий критерій перевірки, для якого зазначені ймовірності малі. Рівень достовірності вказує на величину ризику зробити помилку першого роду; але на його основі немає можливості зробити висновок відносно величини ризику зробити помилку другого роду. Зменшення рівня достовірності зменшує ймовірність допустити помилку першого роду, але збільшує шанси допустити помилку другого роду. Зрозуміло, що у виборі рівня достовірності треба бути раціональним і надто обережним. Крім того, слід зазначити, що вибраний рівень достовірності залежать від кінцевої мети дослідження. Довільний вибір значення  $\alpha$  вимагає відповідної кількості елементів вибірки, причому при зменшенні  $\alpha$  зростає об'єм вибірки.

Наведені нижче міркування поглиблюють розуміння рівня достовірності та його значення в перевірці статистичних гіпотез. Якщо дослідник порівнює виміряну величину для двох вибірок, то він може із 100-відсотковою впевненістю констатувати наявну відмінність (нехтуючи, звичайно, похибкою вимірювання), оскільки усі об'єкти взято до уваги у процесі дослідження. Якщо дослідник робить висновки стосовно відмінностей для сукупності на основі вибірових даних, то він необхідно вказує величину граничної помилки такого висновку, оскільки висновок зроблено і для тих об'єктів, які фактично не були обстежені у процесі дослідження. Вибравши наперед рівень достовірності, дослідник стверджує наявність відмінностей, якщо дані підтверджують це твердження на вибраному рівні достовірності. Проте часто буває так, що відмінність є значущою на одному рівні і незначущою на іншому рівні достовірності. У таких випадках дослідник для того, щоб прийняти чи відхилити факт на-

явності відмінностей, керується глибшими міркуваннями у порівнянні з механістичними результатами математичних обчислень.

При перевірці статистичних гіпотез часто доводиться оперувати поняттям ступеня вільності. Ступінь вільності – це кількість емпіричних даних мінус кількість обмежень, які накладаються на них у процесі їх статистичного аналізу. Наприклад, якщо величина  $X$  вимірюється в  $n$  об'єктів, то оперуючи один раз сумою всіх значень  $x_i$ , одержуємо для цього масиву даних ступінь вільності  $n - 1$ . Ступенем вільності називається кількість незалежних величин, що залишаються вільними після вирахування кількості лінійних зв'язків. Ступінь вільності у варіаційній статистиці відображає ступінь вільності варіантів заповнення певних груп, на які квантується розподіл. Наприклад, якщо 100 обстежуваних діляться на чотири групи, то кількість обстежуваних у трьох групах може визначатися довільно, тоді як кількість обстежуваних в четвертій групі довільно визначатися не може, вона може становити тільки  $N - n$ , де  $N$  – загальна кількість обстежуваних,  $n$  – кількість обстежуваних у трьох групах. Отже, ступінь вільності в цьому випадку  $m - 1$ , де  $m$  – кількість груп.

Сформульовані статистичні гіпотези перевіряються за допомогою розробленого математичного апарату. Результатом перевірки статистичної гіпотези є її прийняття чи відхилення на основі певного правила. При перевірці статистичної гіпотези дослідник ніколи не приймає рішення з впевненістю; він завжди допускає ризик прийняття неправильного рішення. Невизначеність у прийнятті рішення виникає внаслідок флуктуації значень досліджуваної характеристики у вибірці. Хоча дослідник, як звикло, буде рішення на знаннях про проблему, яку він намагається розв'язати, завжди існує деякий ризик припуститися помилки, оскільки знання ніколи не бувають досконалими і повними. Невпевненість у процесі прийняття рішення пов'язана з тим фактом, що ймовірність припуститися помилки відмінна від 0.

Загалом перевірка статистичних гіпотез здійснюється за таким алгоритмом:

1. Формулюється гіпотеза.
2. Приймається рівень достовірності.
3. Вибирається критерій (статистика) для перевірки гіпотези.
4. Визначається розподіл статистики у вибірці у випадку правильності гіпотези.

5. Встановлюється критична область для перевірки гіпотези. Критична область значень статистики для перевірки гіпотези складається з усіх її значень, при яких приймається рішення відхилити гіпотезу.

6. Утворюється випадкова вибірка, визначається досліджувана характеристика, обчислюється статистика і порівнюється отримане значення з критичними.

Загалом розрізняють параметричну і непараметричну техніки перевірки статистичних гіпотез. Більшість перевірок статистичних гіпотез побудовані на констатації нормального розподілу частоти значень досліджуваної величини. На ідеї нормального розподілу побудовано декілька інших розподілів, що часто використовуються у математичних методах статистичного аналізу емпіричних даних, а саме  $\chi_n^2$ ,  $F_{m,n}$ ,  $t$ - розподіли. Перевірка статистичних гіпотез, побудована на засадах нормального розподілу обстежуваної характеристики, носить назву параметричної. Будь-які відхилення від нормальності можуть зруйнувати результати такої перевірки. Зокрема вважають, що якщо кількість спостережень менша 30, то нормальний розподіл досліджуваної характеристики перетворюється у розподіл Стюдента. Для того, щоб упоратися з цією ситуацією, перевірка гіпотез має бути вільною від специфічного характеру розподілу. Такі методи називають непараметричними, але вони завжди поступаються за ефективністю параметричним методам.

Потрібно зазначити, що противагою статистичній перевірці гіпотез можна вважати дослідний аналіз даних. В той час як перевірка гіпотез завжди вимагає апріорного припущення стосовно даних (наприклад: існує відмінність в очікуванні тривалості життя курців і некурців), дослідний аналіз даних не гру-

нтується на апріорних припущеннях. Будь-який метод можна використати для того, щоб ідентифікувати систематичні зв'язки між змінними. У типовому дослідному аналізі даних всі змінні беруться до уваги, використовуючи графічний (графік розсіювання) і формальний (аналіз головних компонент) методи для пошуку систематичних моделей.

**Перевірка нормальності розподілу.** Цілком природно очікувати, що математичні методи статистичного аналізу масиву емпіричних даних залежать від характеру розподілу частоти значень досліджуваної характеристики. Вище було показано, що побудова довірчих інтервалів для параметрів сукупності і перевірка статистичних гіпотез ґрунтуються на факті нормальності розподілу частоти значень досліджуваної характеристики. Нормальний розподіл з'являється там, де обстежувана характеристика відчуває вплив великої кількості факторів, кожний з яких у сумарній дії відіграє незначну роль. З іншого боку, нормальний розподіл з'являється там, де кількість об'єктів вивчення не менша 30. Емпіричним шляхом встановлено, що індивіди за багатьма біологічними параметрами (зріст, маса тощо) розподіляються нормально. Згодом було встановлено, що і за деякими психічними параметрами (інтелектуальний розвиток тощо) індивіди розподіляються нормально. Власне кажучи, розподіл частоти значень досліджуваної характеристики ніколи точно не апроксимується нормальною функцією густини ймовірності, проте, якщо відхилення незначні, то зручно вважати, що частота значень досліджуваної характеристики розподіляється нормально, хоча можна було б (й точніше) апроксимувати емпіричні дані іншого роду кривими.

Як тільки що зазначалось, математичні методи статистичного аналізу розробляються на основі певних припущень. Якщо використовують статистичну техніку, розроблену на основі припущень, не властивих масиву даних, то одержують неправильні висновки. Ключовим у поділі припущень, на основі яких розробляються математичні методи статистичного аналізу емпіричних даних, є параметричний і непараметричний характер розподілу частоти зна-

чень досліджуваної характеристики. Параметричні дані – це дані, одержані на масиві об'єктів вивчення з певним (зазвичай нормальним) очікуваним розподілом частоти обстежуваної характеристики. Непараметричні дані – це дані, одержані на масиві об'єктів вивчення, для якого не можна передбачити характер розподілу частоти досліджуваної характеристики. Відповідно до характеру даних розроблено методи параметричного і непараметричного статистичного аналізу. Методи параметричного статистичного аналізу можна застосовувати у тому випадку, коли розподіл частоти значень досліджуваної характеристики суттєво не відрізняється від нормального. Реальна проблема з'являється тоді, коли розподіл частоти одержаних значень далекий від нормального. Якщо одержані дані стосуються, наприклад, ставлення студентів до фізики, то найбільш ймовірно, що виокремляться групи з різко виділеними позитивним, негативним і нейтральним ставленням, що є свідченням відсутності нормального розподілу частоти значень у масиві одержаних даних. Використання математичних методів параметричної статистики у такому випадку не придатне.

Як бачимо, методи параметричного аналізу масиву емпіричних даних розроблені з врахуванням нормальності розподілу частоти значень обстежуваної характеристики. І чим ближче реальний розподіл до нормального, тим коректнішими будуть результати екстраполяції даних, одержаних на вибірці, на сукупність. Слід зазначити, що дослідники часто при перевірці статистичних гіпотез автоматично вважають нормальним розподіл частоти значень обстежуваної характеристики. Проте такі припущення не завжди правильні. Як наслідок, потрібно володіти технікою перевірки істинності припущення щодо нормальності розподілу. Існує декілька способів перевірки емпіричного розподілу частоти значень досліджуваної характеристики на нормальність.

1. Графічний спосіб реалізується у декількох модифікаціях.

Насамперед можна побудувати гістограму розподілу частоти значень досліджуваної характеристики. Якщо візуально видно, що побудована



гістограма явно відрізняється від нормального розподілу частоти, то природно зробити висновок на користь ненормальності розподілу. Якщо не безпідставною є думка щодо можливого нормального розподілу частоти значень досліджуваної характеристики, то вдаються до побудови квантильного графіка.

Квантильний графік будують у такий спосіб. Спочатку визначають емпіричні значення досліджуваної характеристики, що відповідають 5, 10, ..., 95- процентілю, і стандартизують їх, трансформуючи у  $z$ -оцінки. Звісно, що для цього насамперед необхідно визначити середнє арифметичне і стандартне відхилення для одержаного масиву емпіричних даних. Після цього будують координатну площину з осями: досліджувана характеристика і  $z$ -оцінка досліджуваної характеристики. Кожне виписане процентільне значення з координатами істинного значення та  $z$ -оцінки досліджуваної характеристики відкладають на цій координатній площині і з'єднують відкладені точки. У випадку нормального розподілу частоти значень досліджуваної характеристики усі точки лежать на прямій лінії; чим більше відхилення побудованої лінії від прямої, тим більше емпіричний розподіл частоти значень досліджуваної характеристики відрізняється від нормального.

Існують й інші методи графічної перевірки розподілу частоти значень досліджуваної характеристики на нормальність.

2. Аналітичний спосіб перевірки реального розподілу частоти значень обстеженої характеристики на нормальність, як правило, передбачає обчислення таких його показників як асиметрія та ексцес, а також використання критерію Пірсона.

Вважають, що розподіл частоти значень обстеженої характеристики статистично значущо не відрізняється від нормального, якщо підраховані для нього значення асиметрії та ексцесу наближаються до 0. Значення асиметрії та ексцесу для вибірки обчислюють із співвідношень:

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{1}{s_x^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (19.6)$$

$$e = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{1}{s_x^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad (19.7)$$

Для того, щоб перевірити реальний розподіл частоти значень обстеженої характеристики на нормальність, обчислюють емпіричні значення асиметрії та ексцесу і порівнюють їх з критичними значеннями для сукупності. Емпіричний розподіл є нормальним тільки у тому випадку, коли обидва емпіричні значення менші за критичні:

$$A_{cr} = 3\sqrt{6/N} \quad (19.8)$$

$$E_{cr} = 6\sqrt{6/N}. \quad (19.9)$$

Застосовуючи метод  $\chi^2$ -перевірки, дослідник порівнює емпіричний та теоретичний розподіли, стикаючись при цьому з однією практичною проблемою. Річ у тім, що емпіричні дані дозволяють побудувати розподіл частоти, теоретичний розподіл задається у термінах ймовірності. Тому постає потреба для кожного інтервалу значень досліджуваної характеристики обчислити теоретичну частоту, помноживши ймовірність попадання досліджуваної характеристики у вибраний інтервал на кількість об'єктів, залучених до дослідження. При цьому користуються:  $P(a_i < x < a_{i+1}) = P(x < a_{i+1}) - P(x < a_i)$ . Після цього для кожного інтервалу обчислюють різницю між теоретичною ( $F_i$ ) та емпіричною ( $E_i$ ) частотами, яку підносять до квадрата і ділять на значення емпіричної частоти для цього інтервалу. Сума одержаних значень для усіх інтервалів ( $k$ ) є  $\chi^2$ -статистикою. Описана вище процедура представлена у таблиці (19.1). З таблиці (19.1) видно, що емпіричне значення статистики порівнюється з табличним. Для того, щоб визначити необхідне табличне значення, беруть до уваги рівень достовірності  $\alpha$ , а також кількість ступенів вільності, яка визначається відніманням одиниці від кількості інтервалів.

Таблиця 19.1. Перевірка нормальності розподілу емпіричних значень досліджуваної характеристики за допомогою  $\chi^2$  – критерію

одностороння перевірка	двостороння перевірка
------------------------	-----------------------

гіпотези		$H_0$ : розподіли ідентичні $H_1$ : розподіли різні
статистика перевірки	$\chi^2 = \sum_{i=1}^k (F_i - E_i)^2 / E_i$	
кількість ступенів вільності	$k - 1$	
відхилення $H_0$		$\chi^2 > \chi_\alpha^2$

Якщо значення обчисленої статистики менше або дорівнює критичному табличному значенню, то констатується нормальність розподілу частоти емпіричних значень досліджуваної характеристики. Гіпотеза нормального розподілу частоти значень досліджуваної характеристики відхиляється, якщо обчислена статистика більша за відповідне її табличне значення.

Хі-квадрат критерій застосовний у випадку, коли об'єм вибірки більший 30. Якщо об'єм вибірки менший 30, то застосовують критерій Колмогорова – Смирнова. Проте потужність обох критеріїв є порівняно малою. Потужнішим є критерій Шапіро – Уїлка. Із зазначеною вище метою використовують й інші критерії.

Якщо досліджувана характеристика нормально розподілена, то середнє значення масиву даних, його медіана і мода співпадають. У випадку нормальності розподілу частоти значень досліджуваної характеристики в межах одного стандартного відхилення від середнього значення знаходиться приблизно 68,3% одиниць вибірки, у межах двох стандартних відхилень від середнього значення знаходиться приблизно 95,4% одиниць, у межах трьох стандартних відхилень – 99,7%.

Вище зазначалось, що існує множина кривих нормального розподілу, які характеризуються середнім ( $\mu$ ) і стандартним відхиленням ( $\sigma$ ). Тільки ці два параметри відрізняють один від одного нескінченну множину нормальних кривих:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (19.10)$$

Спільною властивістю усіх кривих нормального розподілу є факт однакової частки площі під кривою розподілу у межах одного стандартного відхилення; однаковою є частка площі в межах двох, трьох і т.д. стандартних відхилень.

Особливо виділяється серед зазначеного сімейства кривих нормального розподілу крива з  $\mu = 0$  і  $\sigma = 1$ . Така крива нормального розподілу називається одиничною, оскільки площа між нею та віссю абсцис дорівнює 1. Завдяки цій ознаці площа під кривою інтерпретується як ймовірність або частота значень досліджуваної характеристики.

Усю множину нормальних розподілів можна звести до одиничного відніманням  $\mu$  і діленням на  $\sigma$ :  $z = \frac{(x-\mu)}{\sigma}$ . Форма кривої нормального розподілу при цьому не змінюється. Тоді кожна обстежена характеристика матиме розподіл з середнім, рівним нулю, і стандартним відхиленням, рівним одиниці.

Не зважаючи на твердження про те, що більшість психічних властивостей у сукупності мають нормальний розподіл частоти значень, реальні дані, одержані у вибірці, часто розподілені ненормально. Зміщення кривої нормального розподілу вправо є наслідком наявності у масиві даних більшої кількості більших значень досліджуваної характеристики; зміщення кривої нормального розподілу вліво є свідченням наявності у масиві даних більшої кількості її менших значень. Гостроверха крива розподілу є наслідком наявності більшої кількості серединних значень у порівнянні з нормальним розподілом. Згладжена крива розподілу є наслідком наявності у масиві даних меншої кількості серединних значень у порівнянні з нормальним розподілом.

Існує декілька типових причин відхилення емпіричного розподілу частот від нормального. Зокрема асиметрія є наслідком неоднакової чутливості обстежувальної шкали у різних діапазонах її значень. Нерідко картину

нормальності розподілу спотворюють випадки (значення обстежуваної характеристики, що відрізняються від середнього на величину, більшу за  $3\sigma$ ). Якщо при обстеженні деякої характеристики одержали відмінний від нормального розподіл частоти її значень, то це означає, що або вибірка не репрезентативна щодо сукупності, або обстеження виконано в шкалі нерівних інтервалів чи у відкритій шкалі. У соціальних процесах мають місце явища, обстеження яких проводять із застосуванням шкал, у яких полюс найбільших значень не зафіксований і може набувати будь-якого значення. Наприклад, при оцінці результатів наукової продуктивності граничні максимальні значення важко достовірно передбачити. Такі шкали називаються відкритими і характеризуються не нормальним, а іншими частотними розподілами (наприклад, розподілом Ціпфа).

Разом з тим, існує техніка “нормалізації” ненормального розподілу частоти первинних оцінок. Більше того, розроблено чимало методів, що дозволяють аналізувати дані без будь-якого припущення щодо характеру розподілу досліджуваної характеристики як у вибірці, так і в сукупності. Ці обставини інколи спонукають до думки, що нормальний розподіл – пуста математична абстракція.

Насправді це далеко не так. Нормальний розподіл частоти значень емпіричних даних дозволяє використовувати досконалий математичний апарат їх статистичного аналізу. Крім того, нормальність розподілу частоти значень досліджуваної характеристики вказує на тип шкали, використаний у процесі її обстеження, якщо у дослідника немає переконливої відповіді на це запитання. Найбільш вагомим аргументом на користь того, що властивість зафіксована у метричній (частіше за все інтервальній) шкалі, є відповідність розподілу частоти значень у вибірці нормальному розподілу.

**Використання табличних значень функції нормального розподілу.** У процесі статистичного аналізу емпіричних даних дуже часто доводиться шукати значення ординати  $u$  для довільного значення абсциси  $z$ . При цьому, зви-

чайно, можна скористатись аналітичним записом нормальної функції густини ймовірності. Проте, оскільки аналітичні процедури громіздкі і складні, то користуються наперед складеними математичними таблицями. У таких таблицях наводиться ордината  $u$  для довільного значення  $z$ . Зокрема для обчислення ординати  $u$ , що відповідає певному значенню  $z$  в одиничному нормальному розподілі користуються таблицею густини ймовірності (див. табл. 19.2). Оскільки нормальна функція густини ймовірності є симетричною, то значення ординат  $u$  для від'ємних значень  $z$  дорівнюють значенням ординат для відповідних додатних значень  $z$ .

Таблиця 19.2. Густина ймовірності для одиничного нормального розподілу

$z$	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900
$u$	0,3989	0,3969	0,3910	0,3813	0,3682	0,3520	0,3332	0,3122	0,2896	0,2660

Щоб визначити ймовірність попадання значення випадкової величини  $X$  в інтервал, обмежений значеннями  $-\infty$  і  $z_i$ , користуються табличними значеннями функції одиничного нормального розподілу (див. табл. 19.3).

Таблиця 19.3. Функція одиничного нормального розподілу

$z$	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
$p$	0,5000	0,5398	0,5792	0,6179	0,6554	0,6914	0,7257	0,7580	0,7881	0,8159

Для визначення величини  $p$  для від'ємних значень  $z$ , шукаємо значення  $p$  для симетричного додатного значення  $z$ , від знайденого результату віднімаємо 0,5; одержана різниця є шуканим значенням величини  $p$  для даного значення величини  $z$ .

Таблицею (19.3) користуються й у тому випадку, коли потрібно обчислити ймовірність попадання випадкової величини в інтервал, обмежений абсцисами  $z_1$  і  $z_2$ . У цьому випадку шукають  $p_{z_2}$ ,  $p_{z_1}$  і від більшого значення віднімають менше; одержана різниця показує ймовірність попадання випадкової величини в інтервал із вказаними межами.

Інколи доводиться розв'язувати обернену задачу, а саме, за заданою ймовірністю  $p$  знаходити величину інтервалу, у який попадає випадкова величина із вказаною ймовірністю. При цьому користуються табличними значеннями функції, оберненої до функції одиничного нормального розподілу (див. табл. 19.4). У таблиці (19.4) величина  $p$  задає ймовірність попадання випадкової величини в інтервал значень від  $-\infty$  до  $z_i$ . Для визначення  $z_i$  для  $p < 0,5$  віднімають від 0,5 задане значення  $p$ , знайдену різницю додають до 0,5, для одержаного значення  $p$  шукають  $z_i$ , беручи його з від'ємним знаком.

Таблиця 19.4. Функція, обернена до функції одиничного нормального розподілу

$p$	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
$z$	0,0000	0,1256	0,2533	0,3853	0,5244	0,6744	0,8416	1,0364	1,2815	1,6448

Щоб визначити межі інтервалу, в який з ймовірністю  $p$  попадає випадкова величина, потрібно довільно вибрати одну з крайніх точок інтервалу (якщо вона до цього не була вказана), визначити відповідне  $p_i$ , додати до нього задану ймовірність  $p$ , проти одержаного значення прочитати відповідне значення крайньої правої межі шуканого інтервалу. Якщо початково вибирається права межа інтервалу, то від відповідного їй значення  $p_i$  віднімають величину заданої ймовірності  $p$  і аналогічно шукають ліву крайню межу шуканого інтервалу.

### Запитання

- \* На яку сукупність можна поширювати результати досліджень у вибірці?
- \* Чому у визначенні меж довірчого інтервалу переважно користуються 5% рівнем значущості?
- \* Які вимоги висувають до функції, якою апроксимують розподіл частоти емпіричних значень вимірної величини?
- \* До чого прямує частота появи кожного із значень вимірюваної величини?

- \* Як обчислити ймовірність того, що значення неперервної випадкової величини попадає у певний інтервал її значень?
- \* Як статистично інтерпретується площа під одиничною нормальною кривою?
- \* Які типові задачі розв'язують у математичній статистиці?
- \* Які вимоги висуваються до точкових оцінок?
- \* Що таке статистична гіпотеза?
- \* Що таке наукова гіпотеза?
- \* Як поступають у тому випадку, коли для  $\alpha_1$  статистичну гіпотезу можна прийняти, а для  $\alpha_2$  її можна відхилити?

### **Завдання**

- \* Переконайтесь, що Ви можете користуватись таблицею нормальної функції густини ймовірності.
- \* Переконайтесь, що Ви можете користуватись таблицею функції одиничного нормального розподілу.
- \* Переконайтесь, що Ви можете користуватись таблицею функції, оберненої до функції одиничного нормального розподілу.
- \* Наведіть приклад точкової оцінки.
- \* Наведіть приклад інтервальної оцінки.
- \* Проілюструйте зв'язок між науковою і статистичною гіпотезами.
- \* Назвіть характерну ознаку прийняття статистичної гіпотези.
- \* Розкрийте суть помилок першого і другого роду при перевірці статистичної гіпотези.
- \* Розкрийте алгоритм перевірки статистичної гіпотези.

## **§ 20. Інтерпретація результатів дослідження**

**Проблема якісної інтерпретації кількісних даних.** Результати педагогічного дослідження потрібно коректно інтерпретувати, тобто за наявними кількісними відмінностями побачити якісні зміни. Якісна інтерпретація кількісних відмінностей дуже складна процедура. Як наслідок, на цьому етапі



дослідження часто припускаються прикрих помилок чи зупиняються на півдорозі. Коректна якісна інтерпретація важлива ще й з тієї причини, що вис- тавивши у якості маяка якісні відмінності, дослідник знає, яких кількісних відмінностей необхідно домогтися, щоб забезпечити запланований якісний стрибок.

Помилки в інтерпретації кількісних даних насамперед пов'язані з нехту- ванням якісною суттю шкали обстеження. Зокрема, у педагогічних досліджен- нях часто використовують в якості показника навчальних досягнень звичайні шкільні оцінки 1, 2, 3, 4, 5... . При цьому, порівнюючи навчальні досягнення учнів експериментальних і контрольних класів, часто стверджують, що успіш- ність в експериментальних класах у середньому вища, скажімо, на 0,5 бала, або у 1,5 рази. Однак при цьому забувають, що система шкільних оцінок це порядкова шкала, що не дозволяє стверджувати, що різниця у знаннях учнів з оцінками "1" і "2" така ж, як і учнів з оцінками "2" і "3". Тим паче, не можна констатувати, що учень з оцінкою "4" має удвічі більше знань у порівнянні з учнем з оцінкою "2". Такими ж некоректними є твердження щодо відсотково- го приросту знань учнів експериментальної групи до і після експерименту.

Аналогічне можна зазначити стосовно використання різного роду опитувальників, в яких, як правило, використовується п'ять пунктів: цілком згодний – згодний – важко сказати – не згодний – зовсім не згодний. Кожному з них для зручності можна приписати певні числа, скажімо, від 1 до 5, вва- жаючи утворену шкалу лінійною. Чого насправді немає, бо твердити на скільки одиниць ставлення до об'єкта у суб'єкта *A* більше від ставлення у суб'єкта *B*. Аналогічно позбавлене сенсу твердження, у скільки разів ставлен- ня до явища, факту тощо одного суб'єкта відрізняється від ставлення іншого суб'єкта немає ніякого сенсу. Не припустимо з логічної точки зору також стверджувати, скажімо, на скільки відсотків збільшилось чи зменшилось зна- чення досліджуваної властивості в учасників дослідження. У першому і дру-

тому випадках коректно лише вести мову відсотковій зміні серед респондентів з певним значенням досліджуваної характеристики чи інтервалом її значень.

Помилки в інтерпретації результатів дослідження часто пов'язані з використанням інтегрованих оцінок. Зазначений випадок доцільно обговорити на прикладі діагностики ціннісних орієнтацій. Як правило, з цією метою використовують опитувальник, який переважно містить десяток запитань на діагностику ставлення до явища, процесу, факту, об'єкта тощо. Після отримання відповідей для кожного суб'єкта результати по кожному із запитань додають і на основі порівняння сумарного показника порівнюють ціннісні орієнтації різних суб'єктів. Але чи правомірно це? Окремі запитання опитувальника можуть добре корелювати, але за суттю відображати надто віддалені ознаки об'єкта, до якого фіксується ставлення суб'єктів. Додавати, зрозуміло, можна тільки однорідні характеристики. Як наслідок, в утворенні інтегральних оцінок та їх інтерпретації необхідно бути гранично обережним. І ця пересторога пов'язана як з коректністю додавання різнорідних характеристик, так і суб'єктивізмом у наділенні різних компонентів комплексної характеристики значеннями вагових коефіцієнтів. Зазначене слід розуміти не інакше як: у тих випадках, коли інтегральна характеристика не має чіткої змістової прозорості, від неї краще відмовитися.

Попри це у педагогічних дослідженнях часто використовують інтегровані показники, а саме, оперують мірами центральної тенденції чи мінливості. Як уже зазначалось, у шкалі інтервалів та відношень, процедури обчислення середнього арифметичного значення досліджуваної характеристики чи її дисперсії цілком коректні. Проте тут за математичною коректністю приховується сутнісна невизначеність. Бо що означає, наприклад, що середнє арифметичне значення IQ учнів певного класу певної школи становить 105?

Щоб привнести якісний зміст у кількісні показники у педагогічних дослідженнях дуже часто порівнюють значення досліджуваної характеристики з таким у контрольній групі. Потрібно зробити зауваження щодо контрольної

групи. Це – група, для якої відомі статистики досліджуваної характеристики  $X$ , і яке вважається нормою (до нього давно усі привикли, його сприймають таким, що іншим бути не може). Якщо такої групи немає, то в якості контрольної для порівняння беруть групу, в якій не було ніякого втручання з боку дослідника.

При порівнянні експериментальної та контрольної груп, крім мір центральної тенденції та мінливості, користуються й іншими інтегрованими оцінками: ефективним розміром, інтегральною ефективністю тощо.

Обчислюючи ефективний розмір, користуються співвідношенням:

$$ES = \frac{\bar{x}_e - \bar{x}_c}{s_c}, \quad (20.1)$$

де  $\bar{x}_e$  – середнє значення для експериментальної групи;

$\bar{x}_c$  – середнє значення для контрольної групи;

$s_c$  – стандартне відхилення в контрольній групі.

Якщо приріст досліджуваної характеристики в експериментальній групі порівнюється з таким у контрольній групі, то

$$ES = \frac{\overline{(x_2 - x_1)}_e - \overline{(x_2 - x_1)}_c}{s_{(x_2 - x_1)}_c}, \quad (20.2)$$

де  $\overline{(x_2 - x_1)}$  – середнє арифметичне приросту характеристики  $X$ ;

$s_{(x_2 - x_1)}$  – стандартне відхилення приросту характеристики  $X$ .

При порівнянні двох груп часто користуються величиною інтегральної ефективності:

$$E = x_1 \cdot n_1 + \dots + x_k n_k, \quad (20.3)$$

де  $x_i$  – значення досліджуваної характеристики;

$n_i$  – кількість об'єктів вивчення, що мають це значення.

Після того, як показник інтегральної ефективності обчислено у двох групах, його порівнюють за величиною.

Кількісне порівняння, безперечно, дозволяє більш усвідомлено подивитись на результати виконаного дослідження, але часто висновки, зроблені на

цій основі, є бідними. Бо, встановивши кількісну міру відмінностей між групами, дослідник повинен відповісти на запитання: якою має бути відмінність (кількісно), щоб спричинити відмінність (якісно); які є підстави для такого кількісно-якісного зв'язку? І хоча  $ES$ , для прикладу, є корисним інструментом для оцінки відмінностей між середніми, він не дає відповіді на запитання: якою має бути величина відмінності, щоб дослідник міг вважати її важливою (суттєвою). Слід зазначити, дослідник часто приймає рішення, що базується на загально прийнятій думці: якщо  $ES \geq 0,50$ , то відмінність суттєва. Проте у багатьох випадках залишається невідомим значення різниці  $E_2 - E_1$ , яке кількісні відмінності трансформує у якісні. Невідомими є і якісні стрибки практичного характеру для різниць між іншими інтегрованими показниками, так як вони цілком різні у різних ситуаціях.

З певними труднощами дослідники зустрічаються не тільки тоді, коли ставлять перед собою завдання якісно інтерпретувати кількісні відмінності між групами, а й тоді, коли перед ними постала проблема інтерпретації зв'язку між характеристиками, одержаними для об'єктів однієї групи. Щоб судити, наскільки сильним є зв'язок між  $X$  і  $Y$ , потрібно побудувати графік розсіювання, обчислити коефіцієнт кореляції і порівняти його з шкалою ефекту кореляційного зв'язку для певних значень коефіцієнтів кореляції:

0,00 – 0,40 = мале практичне значення, за винятком незвичайних випадків;

0,41–0,60 = достатньо велике, щоб мати практичне і теоретичне використання;

0,61 – 0,80 = дуже важливий, рідко отримується в педагогічних дослідженнях;

0,81 – 1,00 = мабуть помилка в обчисленнях, якщо ні – дуже великий зв'язок.

Мабуть, не викликає сумніву той факт, що наведена шкала ефекту є орієнтовною і в кожному конкретному випадку потребує власної практичної конкретизації.

Цінні знання можна одержати, якщо порівняти розподіл частоти значень досліджуваної характеристики з таким у контрольній групі. Порівнюючи полігони частот значень навчальних досягнень учнів, можна, наприклад, роби-

ти висновки щодо ефективності методів навчання для кожного з них (більш розтягнений полігон є свідченням придатності методу навчання для більшості учнів, гостроверхий полігон є свідченням придатності методу для окремих учнів). Проте таке порівняння можна робити лише у першому наближенні, оскільки кількісних критеріїв якісних відмінностей просто не існує. То ж, якісна інтерпретація кількісних відмінностей у цьому випадку потребує виняткової інтуїції і досвіду дослідника.

Усе зазначене вище є доказом того, що в інтерпретації результатів педагогічного дослідження необхідно мати деяку точку відліку, притаманну контрольній вибірці. Більше того, потрібно мати якісну інтерпретацію у практичній площині кількісних відмінностей досліджуваної характеристики. Нехай дослідник оперує даними, представленими у таблиці (20.1).

Таблиця 20.1. Дані щодо кількості учителів обох статей, залучених до навчального процесу в 4 – 7 класах в одному з шкільних округів

	4	5	6	7	Всього
чоловіки	10	20	20	30	80
жінки	40	30	30	20	120
Всього	50	50	50	50	200

Щоб провести якісну інтерпретацію цих даних, потрібно мати щось на зразок “калібрувальної кривої”, скажімо, знати, до чого призводить співвідношення (1 : 4) вчителів-чоловіків до вчителів-жінок у четвертому класі і т.д. Якщо у дослідника є такі відомості, то емпірично отримані дані можна певним чином інтерпретувати. Якщо таких даних немає, то одержані результати носять чисто констатувальний характер без їх якісної практичної інтерпретації.

Як видно з наведених прикладів, в інтерпретації результатів без використання інформації, накопиченої у процесі багаторічних досліджень, не

обійтись. Скажімо, дослідники з досвіду знають, що відмінність в  $IQ = 5$  істотно не позначається на інтелектуальних можливостях групи, у той час як різниця у 10 балів якісно помітна. До емпіричних засад трактування результатів дослідження вдаються, коли набутий досвід постачає незаперечну інформацію. З часом накопичуються дані стосовно певних характеристик для певних груп. Такі усталені значення утворюють стандарти. Тому обчисливши інтегрований показник досліджуваної характеристики для групи, можна порівняти його із стандартним значенням, а знаючи скільки важить обчислена відмінність (наскільки вона є суттєвою), можна певним чином його практично трактувати.

У зв'язку з винятковим значенням коректної інтерпретації наукових даних доцільно вказати на те, що практично у кожному дослідженні зустрічаємось з фактом поділу респондентів на рівні. Фактично при цьому множина значень якісної протяжності досліджуваної характеристики ділиться на декілька груп. Не заперечуючи той факт, що така процедура дещо спрощує сприйняття експериментальної картини, робить її більш структурованою, не можна не відмітити, що такий поділ у переважній більшості випадків є абсолютно умовним, за яким не проглядаються чіткі критерії у термінах якісних стрибків кількісних відмінностей.

А усе зазначене вище нашою думкою, що дослідник не може не замислюватися над тим, який показник у якому випадку доцільно використовувати, щоб його кількісні відмінності найбільш адекватно свідчили про наявні якісні відмінності.

Потрібно також зазначити, що в інтерпретації одержаних результатів дослідники часто апелюють до статистичної значущості обчислених різниць. У зв'язку з цим доречно пригадати, що статистична значущість означає, що отримане значення різниці для вибірок є достатньою підставою, щоб стверджувати, що вона матиме місце і в сукупності. Але це не означає, що статистично значуща різниця є суттєвою у плані її якісної інтерпретації. До того ж,

строго формалізований кількісний аналіз результатів наукового дослідження має свої межі, за якими можна втратити якість, глибину і повноту осмислення дійсності.

Загалом факти, які дістають певну інтерпретацію, стають складовою частиною наукових знань, тобто науковими фактами, якщо вони подаються у систематизованому узагальненому вигляді. У науці недостатньо встановити науковий факт, важливо пояснити його з позицій науки, показати його теоретичне і практичне значення, а також передбачити наслідки, які з нього витікають. А для цього потрібно вміти правильно мислити.

**Судження.** Пізнання об'єктивної реальності починається з порівняння об'єктів, встановлення між ними подібності чи відмінності за допомогою суджень. Судження – це форма мислення, що полягає у ствердженні чи запереченні чогось про реальні речі шляхом поєднання понять. Якщо поняттям виражається предметний характер мислення, то у судженні розкривається активне відношення думки до оточуючої дійсності, відображення об'єктивних властивостей, зв'язків і відношень між предметами і явищами. За формою судження складніша структурна одиниця мислення у порівнянні з поняттям, хоча багато наукових понять формуються із суджень.

Завдяки судженням формують знання про властивості і відношення між предметами реальної дійсності. Але про предмети можна судити правильно або неправильно. Істинним є таке судження, в якому зв'язок понять правильно відображає реальні властивості і відношення. Хибним є судження, в якому зв'язок понять спотворює об'єктивні відношення, не відповідає реальній дійсності.

У судженні розрізняють суб'єкт ( $S$ ) і предикат ( $P$ ). Суб'єкт і предикат називають термінами судження. Крім двох термінів, судження містить зв'язку. Загалом будь-яке судження можна виразити формулами " $S \in P$ ", або " $S \notin P$ ". Суб'єкт і предикат виконують різні пізнавальні функції: суб'єкт уже містить у собі знання, а через предикат потрібно ще з'ясувати властивості і відношення,

що притаманні предмету думки. Предикат несе нове знання. І чим більше сформульовано суджень про один і той же предмет, тим багатше розкриваються його властивості і специфічні особливості.

Судження ділять на групи, використовуючи різні підходи. Проте найчастіше використовується класифікація, в основі якої лежить використаний тип логічного сполучника. В зв'язку з цим, судження поділяють на категоричні, безумовні та умовні.

З іншого боку, судження прийнято ділити на: загальностверджувальні, загальнозаперечувальні, частковостверджувальні та частковозаперечувальні. Загальностверджувальні судження позначаються буквою  $A$  і виражаються формулою: “Усі  $S$  суть  $P$ ”. Загальнозаперечувальні позначаються буквою  $E$  і виражаються формулою: “Жодне  $S$  не є  $P$ ”. Частковостверджувальні позначаються буквою  $I$  і виражаються формулою: “Деякі  $S$  суть  $P$ ”. Частковозаперечувальні позначаються буквою  $O$  і виражаються формулою “Деякі  $S$  не є  $P$ ”.

Суб'єкт і предикат можуть бути розподіленими або нерозподіленими. Розподілений термін мислиться в даному судженні в повному об'ємі. Іншими словами, розподілений термін виражає думку, що відноситься до всього класу предметів. Нерозподілений термін мислиться тільки в частині свого об'єму, тобто в даному випадку мова йде про частину класу предметів. Аналіз показує, що суб'єкт розподілений в загальних судженнях і нерозподілений в часткових, предикат розподілений в заперечувальних судженнях і нерозподілений у стверджувальних.

Судження можна трансформувати. Існує декілька способів трансформації суджень: обернення, перетворення, протиставлення. Оберненням називають трансформацію шляхом взаємного переміщення термінів без зміни зв'язки. В процесі перетворення змінюється характер зв'язки без зміни смислу і кількісної характеристики судження. Інколи обернення поєднується з перетворенням: вихідне судження спочатку перетворюють, а потім обертають. У



результаті таких маніпуляцій отримують судження, суб'єктом якого є поняття, що суперечить предикату вихідного судження. Протиставлення – логічна операція над судженням, яка полягає в зміні його якості (ствердження на заперечення і навпаки) і одночасній перестановці місцями його суб'єкта і предиката. Щоб утворене судження зберігало значення істинності вихідного, необхідно в процесі протиставлення дотримуватися певних правил. Зокрема, зміну якості проводити як подвійне заперечення, загальностверджувальне судження перетворювати на загальнозаперечне і частковозаперечне – на частковостверджувальне.

Загальні та часткові судження утворюють групу підпорядкованих суджень. Це означає, що на підставі загального судження дослідник може сформулювати часткове судження, або навпаки. Водночас потребує ретельного аналізу проблема істинності вторинних суджень у випадках істинності і хибності первинних. Аналіз показує, що:

1. Істинність загального судження визначає істинність часткового.
2. Хибність загального судження залишає часткове невизначеним.
3. Хибність часткового судження обумовлює хибність загального.
4. Істинність часткового судження залишає загальне невизначеним.

Два загальні судження, що виражають протилежні думки, називають контрарними. Аналіз показує, що істинність першого контрарного судження визначає хибність другого, зате хибність першого залишає друге контрарне судження невизначеним.

Два часткові судження, що виражають протилежні думки, називають підконтрарними. Аналіз показує, що хибність першого підконтрарного судження визначає істинність другого, проте істинність першого залишає друге підконтрарне судження невизначеним.

Судження, що взаємно суперечать одне одному, називають суперечливими. З двох суперечливих суджень одне обов'язково є істинним, інше – хибним.

Зазначені правила застерігають від логічних помилок при отриманні вивідного знання, забезпечують правильність думки в умовиводі.

**Умовиводи.** Знання за своїм походженням діляться на безпосередні, взяті з досвіду, та опосередковані, вивідні. У здобуванні опосередкованих знань використовують два підходи. У першому випадку на основі загальної теорії формулюють часткову гіпотезу і перевіряють її, оперуючи окремими науковими фактами. У другому випадку на основі окремих наукових фактів формулюють гіпотезу, перевіряють її і узагальнюють одержані результати у формі теорії.

Основною формою опосередкованого мислення є умовивід. Умовивід – це така форма мислення, завдяки якій з одного чи декількох суджень з необхідністю випливає нове знання про предмети реального світу. В умовиводі нове знання необхідно виводиться з попередніх суджень, воно пов'язане з ними необхідним логічним зв'язком. Цей зв'язок визначається законами логічного мислення і в кінцевому випадку витікає з об'єктивних відношень між реальними предметами і явищами. Умовиводи ділять на три групи: дедуктивні (наявне знання має більший ступінь загальності, ніж вивідне), індуктивні (наявне знання має менший ступінь загальності у порівнянні з вивідним) і аналогічні (наявне і вивідне знання характеризуються однаковим рівнем загальності). У повсякденному житті мислення може не протікати у формі чітко окресленого умовиводу, проте коли ми прагнемо перевірити правильність міркувань, то надаємо думці форми умовиводу.

**Дедуктивний умовивід.** Дедуктивні умовиводи діляться на: категоричні, роздільно-категоричні, умовно-категоричні та умовно-роздільні.

*Категоричні умовиводи* найчастіше представляються силогізмами. Силогізм – це умовивід, в якому з двох категоричних суджень-посилок, зв'язаних спільним терміном, отримують третє судження-вивід.

Структуру силогізму можна з'ясувати на такому прикладі: “Усі керівники навчальних закладів – педагоги. Іваненко – керівник навчального закладу. Отже, Іваненко – педагог”. Суб'єктом виводу є “Іваненко”, предикатом – “є педа-

гог”. Поняття “керівник навчального закладу” входить у кожну з посилок, завдяки чому їх пов’язує, його називають середнім терміном і позначають літерою *M*. Як наслідок, отримуємо таку схему силогізму:

*M* ————— *P*

*S* ————— *M*

*S* ————— *P*

Проаналізувавши вивід цього умовиводу, бачимо, що об’єм предиката ширший за об’єм суб’єкта. Тому предикат виводу називають більшим терміном, а суб’єкт виводу меншим терміном. Відповідно посилка, в яку входить предикат виводу, називають більшою, а посилка, в яку входить суб’єкт виводу, називають меншою.

Для того, щоб вивести істинний умовивід з двох істинних посилок, потрібно дотримуватись аксіоми побудови силогізмів. Усе, що стверджується відносно роду, справедливе стосовно кожного з його видів; з іншого боку, усе, що не притаманне роду, не буде притаманним видам, що його утворюють.

При побудові силогізмів потрібно також дотримуватись правил термінів і посилок.

Правила термінів:

1. У кожному силогізмі має бути тільки три терміни – більший, менший і середній. До того ж, середній термін має зберігати свою однозначність в обох посилках. Втрата однозначності робить неможливим правильність виводу: “Праця – основа життя. Вивчення логіки – праця. Отже, вивчення логіки – основа життя”. Поняття “праця” в першій посилці використано як соціологічну категорію, в другій – як часткове використання розумових зусиль.

2. Середній термін має бути розподілений, тобто взятий у повному об’ємі хоча б в одній з посилок. Для цього мін має бути або суб’єктом загального судження або предикатом негативного судження. В протилежному випадку виконати роль зв’язуючої ланки він не може: “Деякі учителі – відмінники освіти. Усі керівники навчальних закладів – учителі”. Проте зробити висновок сто-

совно того, чи є серед керівників навчальних закладів відмінники освіти – неможливо.

3. Термін, не розподілений у посилках, не може бути розподілений у виводі. Наприклад, із суджень, що “Усі тести інтелекту вимірюють IQ” і що “Усі тести інтелекту – психодіагностична методика” можна стверджувати, що лише “Деяка психодіагностична методика вимірює IQ”.

Правила посилок:

1. З двох часткових посилок не можна зробити вивід. Наприклад, з посилок “деякі члени Національної академії педагогічних наук України – психологи. Деякі педагоги – члени Національної академії педагогічних наук України” не можна зробити ніякого однозначного виводу.

2. Якщо одна посилка часткова, то вивід носитиме частковий характер. Наприклад, на основі того, що “Усі учасники олімпіади – відмінники навчання” і що “Деякі кмітливі учні – учасники олімпіади ” не можна стверджувати, що “Усі кмітливі учні – відмінники навчання ”.

3. З двох негативних посилок не можна зробити ніякого виводу. Наприклад, з посилок “Жодна планета не світить власним світлом” і “Штучний супутник не є планетою” не можна нічого стверджувати чи заперечувати.

4. Якщо одна посилка негативна, то вивід буде негативний. Наприклад, з посилок “Будь-який істинно народний рух – прогресивний” і “Шовінізм не є прогресивним рухом” можна вивести, що “Шовінізм не є істинно народним рухом”.

Залежно від місця середнього терміну розрізняють чотири фігури силогізму:

1. Середній термін стоїть на місці суб’єкта у більшій посилці і предиката в меншій ( M — P; S — M).

2. Середній термін виступає предикатом в обох посилках (P — M; S — M).

3. Середній термін виступає суб'єктом в обох посилках ( M — P; M — S).

4. Середній термін виступає предикатом в більшій і суб'єктом в меншій посилці ( P — M; M — S).

Від місцезнаходження середнього терміну в посилках залежить кількісний і якісний характер виводу, а також сама можливість його отримання. Аналіз показує, що тільки для першої фігури можна отримати виводи всіх основних видів суджень. Для другої фігури отримується тільки негативний вивід. Для третьої фігури вивід завжди буде тільки частковим. Четверта фігура практично не використовується, оскільки вона дає вивід, що має досить низьке пізнавальне значення, або з її використанням взагалі ніякого виводу зробити не можна. Враховуючи вимоги загальних правил побудови силогізмів, можна сформулювати аналогічні вимоги до кожної з фігур:

1. Менша посилка має бути стверджувальною, а більша – загальною. Призначення цієї фігури – підведення часткового випадку під загальне положення, закон, принцип. Наприклад: “Підвищення ефективності навчально-виховного процесу – обов’язок педагогічного колективу навчального закладу. Робота над фаховим рівнем – підвищує ефективність навчально-виховного процесу. Отже, робота над фаховим рівнем – обов’язок педагогічного колективу навчального закладу”.

2. Менша посилка має бути негативною, а більша – частковою. Призначення цієї фігури – отримання виводу в тих випадках, коли предмети одного класу виключаються з іншого класу на тій підставі, що їм не притаманні ознаки цього класу; за допомогою цієї фігури спростовується помилкова дедукція. Наприклад: “Жодний агностик не визнає пізнаваності світу. Деякі ідеалісти визнають пізнаваність світу. Отже, деякі ідеалісти не є агностиками”.

3. Менша посилка має бути стверджувальною, а більша – частковою. Призначення цієї фігури – спростування позірної несумісності сумісних по-

нять. Наприклад: “Деякі війни – справедливі. Війна – це насильство. Отже, деяке насильство – справедливе”.

Залежно від характеру посилок (А, Е, І, О) розрізняють різні модуси у кожній із зазначених фігур силогізму. Для першої фігури, наприклад, загалом можна утворити 16 модусів (АА, АЕ, АІ, АО, ЕА, ЕЕ, ЕІ, ЕО, ІА, ІЕ, ІІ, ІО, ОА, ОЕ, ОІ, ОО). Проте 12 з них суперечать аксіомі та правилам побудови силогізмів, то ж правильний вивід можна отримати за допомогою таких модусів: АА, АІ, ЕА, ЕІ. Причому перший модус дає загальностверджувальний (ААА) вивід, другий – частковостверджувальний АІІ), третій – загальнозаперечувальний (ЕАЕ), четвертий – частковозаперечувальний (ЕІО). Для другої фігури правильними будуть чотири модуси: ЕАЕ, АЕЕ, ЕІО, АОО. Третя фігура має шість правильних модусів: ААІ, ІАІ, АІІ, ЕАО, ОАО, ЕІО.

*Роздільно-категоричні умовиводи.* В такому умовиводі одна посилка – розділове судження, інша – категоричне. Такий умовивід має два модуси: стверджувально-заперечувальний і заперечувально-стверджувальний. Загальна формула стверджувально-заперечувального модусу:  $A \in \text{або } B, \text{ або } C, \text{ або } D. A \in C.$  Отже,  $A$  не є ні  $B$ , ні  $D$ . Загальна формула заперечувально-стверджувального модусу:  $A \in \text{або } B, \text{ або } C, \text{ або } D. A \notin \text{ні } B, \text{ ні } C.$  Отже  $A \in D$ . У роздільно-категоричних умовиводах можна припуститися помилки, якщо родові поняття не повністю представлено видовими. Тим паче, не можливо отримати правильний вивід, якщо родові поняття ділиться на видові за різними ознаками (основами) поділу.

*Умовно-категоричний умовивід* складається з двох посилок – умовного і категоричного суджень. Такий умовивід має два модуси: стверджувальний і заперечувальний. Загальна формула стверджувального модусу: Якщо є  $A$ , то є  $B. A \in$ , отже  $B$  теж є. Загальна формула заперечувального модусу: Якщо є  $A$ , то є і  $B. B$  немає, отже немає і  $A$ . Враховуючи, що явище може бути обумовлене різними причинами, в умовно-категоричному умовиводі не можна рухатись від заперечення основи до заперечення наслідку або від ствердження наслідку

до ствердження основи. Трапляються умовиводи, які складаються з двох умовних суджень. Їх загальна формула: Якщо  $A$ , то  $B$ . Якщо  $B$ , то  $C$ . Тож якщо  $A$ , то  $C$ .

*Умовно-роздільні умовиводи* – це умовиводи, в яких один засновок умовно-розділове судження, інший – просте розділове судження. Такий умовивід являє собою дилему, оскільки доводиться робити вибір між двома альтернативами, так як третього варіанту розв’язання проблеми просто не існує. Умовно-розділовий умовивід має два модуси: конструктивний і деструктивний. Загальна формула деструктивної дилеми: Якщо  $A \in B$ , то  $A \in C$ , або  $D$ .  $A \notin C$ , ні  $D$ . Отже  $A \notin B$ . Загальна формула конструктивної дилеми: Якщо  $A \in B$ , то  $A \in C$ . Якщо  $A \in D$ , то  $A \in E$ .  $A \in C$  або  $B$  або  $D$ . Отже  $A \in C$  або  $E$ .

Основними умовами істинності виводу є істинність посилок і дотримання правил побудови силогізму. За дотримання усіх формальностей із хибних посилок істинного виводу не отримати: “Усі метали тонуть у воді. Калій – метал. Отже, калій тоне у воді”. Насправді калій плаває у воді. Водночас порушення вимог, що містяться у правилах побудови силогізмів, за достовірних посилок не приводить до істини: “Усі війни мають політичний підтекст. Ідеологічна диверсія не є війною. Отже, ідеологічна диверсія не має політичного підтексту”. Такий вивід не відповідає дійсності; помилка закралась внаслідок порушення аксіоми побудови силогізму, яка не допускає узагальнень у напрямі від виду до роду.

У повсякденному житті нерідко висловлюють умовиводи не в розгорнутому виді, а в скороченому, опускаючи одну з посилок чи вивід. Такі скорочені силогізми називають ентимемами. Найчастіше упускається більша посилка, як така, що найлегше розуміється. Наприклад у силогізмі “Війна вояків УПА визвольна, а тому справедлива” упущено посилку “Усі визвольні війни – справедливі”. Інколи упускається менша посилка. Так в силогізмі “Як і будь-який егоїст, ця людина не може бути героєм” упущено посилку “Ця лю-

дина – егоїст”. Ще рідше упускається вивід: “Для патріота не існує непереборних перешкод, а ти патріот...”

Будь-яка наукова думка являє собою полісилогізм. Складний силіогізм (полісиліогізм) – це зчеплення ряду силіогізмів таким чином, що вивід попереднього слугує однією з посилок наступного і т.д.: “Усі люди з сильною волею не бояться труднощів. Усі сміливі люди володіють сильною волею. — Усі сміливі люди не бояться труднощів. Усі творчі індивіди – сміливі люди. — Усі творчі індивіди не бояться труднощів.” Відрізняють особливий вид полісиліогізму – сорит, що складається із скорочених силіогізмів: “Боротьба за незалежність – справедлива боротьба. Справедлива боротьба ставить високу мету. Висока мета спонукає до самовіддачі. Самовіддача породжує масовий героїзм. Отже, боротьба за незалежність породжує масовий героїзм”.

Загалом дедукція відіграє велику роль у науковому пізнанні. Наші міркування завжди набувають форми дедуктивного умовиводу, коли часткове явище підводиться під загальне правило або із загального положення робиться висновок стосовно властивостей окремого предмета.

**Індуктивний умовивід.** Індуктивний умовивід – це вивідне знання про весь клас предметів чи явищ за результатами дослідження окремих предметів чи явищ даного класу. Основою для такого виводу слугує переконання в існуванні певного порядку, об’єктивної закономірності явищ природи і людського суспільства. Таке переконання, перевірене суспільною практикою, набуло в свідомості аксіоматичного характеру. Отже, об’єктивною основою індуктивних умовиводів являється пізнаваний закономірний зв’язок між об’єктами дійсності.

Мислення в індуктивному умовиводі протікає в такій послідовності:

1. З’ясовується, що предмети  $A, B, C$  мають однакову властивість  $P$ .
2. Доводиться, що  $A, B, C$  належать одному класу  $S$ .
3. Робиться висновок, що всі елементи  $S$  володіють властивістю  $P$ .



Отже, в індуктивному умовиводі виділяють вихідне, обґрунтовуюче та вивідне знання. А думка в індуктивному умовиводі рухається від часткового до загального, виходячи з всезагального. Звідси випливають основні вимоги, що визначають правильність і об'єктивну обґрунтованість індуктивного умовиводу:

1. Індуктивний умовивід тривкий лише тоді, коли він стосується суттєвих ознак. Тож, проблема індуктивного дослідження полягає у встановленні суттєвих, необхідних, стійких ознак досліджуваних явищ.

2. Індуктивне узагальнення розповсюджується тільки на об'єктивно схожі предмети. Тому важливим завданням є точне визначення приналежності досліджуваних явищ до одного класу, визнання їх однорідності чи однотипності.

Потрібно мати на увазі, що в індуктивному умовиводі навіть з правильних засновків отримують ймовірнісний висновок, оскільки істинність часткового не визначає однозначно істинності загального. Тим не менше, індукція відіграє велику пізнавальну роль. Будь-яке теоретичне положення являється узагальненим результатом дослідження окремих предметів, явищ. До загальних положень і висновків пізнання може прийти лише дослідним шляхом, через вивчення конкретної дійсності, різноманітних зв'язків предметного світу. На основі цього вивчення формуються індуктивні узагальнення про закономірності природи і суспільного життя.

Індуктивні умовиводи поділяють на повну, неповну (узагальнення шляхом простого переліку; узагальнення шляхом відбору фактів) і наукову індукцію.

*Повна індукція* – умовивід, в якому загальний висновок робиться за результатами вивчення усіх предметів даного роду. Висновок повної індукції стосується тільки тих об'єктів, які розглядалися у засновках, і на інші не розповсюджується. Наприклад, вивчивши рух кожної планети Сонячної системи, формулюється індуктивний висновок про те, що планети Сонячної сис-

теми рухаються проти годинникової стрілки. Проте такий висновок не можна поширити на інші зоряні системи. У повній індукції ознаки, виявлені у кожному окремому явищі, переносяться на всю групу предметів. Проте такий переніс правомірний лише в тому випадку, якщо досліджено усі явища даного класу. В протилежному випадку немає достатньо підстав для узагальнення і висновок може виявитися помилковим. Зазначені особливості повної індукції визначають масштаб її використання (за наявності обмеженої кількості предметів, що входять до даного класу) і значення для науки. Повноіндуктивні висновки стосуються тільки класу досліджуваних об'єктів, проте характеризуються достовірністю. В повній індукції мають справу не з додаванням знань, а із збагаченням знань за рахунок узагальнення.

*Неповна індукція* – це умовивід, в якому загальний висновок щодо ознак всього класу предметів робиться за результатами дослідження лише частини предметів даного класу. Використовуючи неповну індукцію, шляхом спостережень і досліду виявляються ознаки, притаманні предметам, які не вичерпують всього класу, а складають тільки його частину. Потім на основі переконання у природному порядку і закономірності явищ зовнішнього світу розповсюджують виявлені ознаки на весь клас предметів. Неповна індукція застосовується для узагальнення на основі суттєвих ознак широкого класу предметів, коли вивчити усі екземпляри цього класу не можливо. Висновок неповної індукції дає знання про предмети, якими не оперували в засновках, чим вона переважає повну індукцію, проте її висновки носять ймовірнісний характер, чим вона поступається повній індукції.

Індукція через простий перелік – це умовивід, коли на основі виявлення схожої ознаки в окремих об'єктів і відсутності суперечливого випадку робиться загальний висновок про притаманність цієї ознаки усім об'єктам цього роду. Підставою для загального висновку в такого роду неповній індукції слугує незнання суперечливих випадків. Проте їх відсутність у досліді ще не може слугувати гарантією того, що вони взагалі не існують. За більш глибокого чи

широкого спостереження суперечливі випадки можна виявити, і попередній загальний висновок виявиться хибним. Як наслідок, висновки такого роду неповної індукції володіють малим ступенем ймовірності. В науковій практиці така індукція використовується лише для первісного накопичення дослідного матеріалу чи побудови гіпотетичного висновку про причину явища. Правда, якщо висновки роблять на основі спостереження великої кількості об'єктів, то їм можна довіряти.

Індукція через відбір відрізняється від індуктивного умовиводу з використанням простого переліку тим, що передбачає узагальнення на основі вивчення методично відібраних найбільш типових явищ, предметів даного роду чи, в крайньому випадку, різних за місцем, часом тощо. За такого відбору можливість випадкового співпадання однакових ознак у різних об'єктів значно зменшується, а за умілого і ретельного проведення відбору може бути зведена до нуля. Чим досконаліший метод відбору, тим більша гарантія отримання обґрунтованого індуктивного висновку. Тому розроблення методів відбору для кожної галузі дослідження і практичної діяльності видається особливо важливою. При цьому потрібно відрізнити загальні ознаки від суттєвих. Відомі властивості предметів не тому являються суттєвими, що виявились загальними, а, навпаки, тому виявились загальними, що мають для них суттєве значення. В індуктивному умовиводі до уваги беруть суттєві ознаки, а не загальні. Усі суттєві ознаки – загальні, не усі загальні ознаки – суттєві.

*Наукова індукція* – умовивід, в якому висновок про ознаки класу предметів робиться на основі дослідження внутрішньої обумовленості цих ознак у частини предметів даного класу. Побудова наукового індуктивного умовиводу передбачає:

1. Відбір об'єктів дослідження,
2. Виявлення їх суттєвих ознак.
3. Розкриття внутрішньої обумовленості суттєвих ознак.

4. Зіставлення отриманого висновку з іншими однотипними положеннями науки в даній галузі знань.

Перелічені моменти складають основні вимоги наукової індукції, неврахування яких негативно позначається на характері висновку. Для виконання зазначених вимог недостатньо обмежитися простим спостереженням, а потрібно активно втручатися у вивчення сутності явищ шляхом наукового експерименту. Спостереження збирає те, що пропонує природа, експеримент бере у природи те, що хоче.

Висновки наукової індукції дають узагальнене знання про притаманність певної ознаки предметам відомого класу і розкривають причинний зв'язок явищ. Пізнання причин явищ і процесів складає головне завдання наукового пізнання і перетворення предметного світу. Встановлення причинного зв'язку явищ – складне завдання, тому що усі явища і процеси тісно пов'язані між собою. Причина завжди передує наслідку, проте не кожна попередня подія є причиною наступної. У світі немає нічого безпричинного. Однакові причини за однакових умов викликають однакові наслідки. Кожна причина діє у певних умовах і разом з іншими факторами. Це суттєво ускладнює виявлення дійсної причини того чи іншого явища. Для встановлення причинної залежності перш за все виділяють досліджуване явище із усієї сукупності інших явищ, з якими воно пов'язане та існує одночасно, концентрують увагу на фактах та обставинах, що йому передували, піддають детальному дослідженню ці обставини і виявляють серед них визначальні, здатні стати причиною даного явища. Водночас навіть виокремлення фактів, здатних стати причиною досліджуваного явища, не знімає усіх труднощів встановлення дійсної (безпосередньої) причини даного явища. Ці труднощі пояснюються такими обставинами:

1. Одне і те ж явище може бути спричинене декількома однотипними причинами, що діють окремо або разом.

2. Одночасна дія причин може спричиняти підсилення або послаблення їх дії.

3. Дія причин проявляється лише за наявності певних умов.

4. На причину може впливати у зворотному напрямі породжений нею наслідок.

Для з'ясування причинного зв'язку використовуються різні прийоми експериментального дослідження. Найпоширенішими є методи єдиної подібності, єдиної відмінності, супутних змін та залишків.

*Метод єдиної подібності.* Цей метод використовується у тих випадках, коли явище, причину якого потрібно встановити, виникає за різних умов, але за наявності однієї спільної для усіх явищ обставини. При цьому реалізується ідея: так як різне не може бути причиною однакового, то її потрібно шукати у спільному для різного. На основі сказаного формулюється алгоритм: якщо досліджуване явище спостерігається за різних умов, але за наявності єдиної спільної обставини, то ця обставина і є причиною спостережуваного явища. Цей метод виражається такою схемою:

1. За умов  $ABC$  виникає явище  $a$ .
2. За умов  $ADE$  виникає явище  $a$ .
3. За умов  $AFG$  виникає явище  $a$ . Отже, обставина  $A$  є причиною явища  $a$ .

Метод єдиної подібності використовується переважно при вивченні таких явищ, які можна спостерігати тільки в природних умовах. Він має певні обмеження щодо достовірності встановлення істинної причини. Достовірність встановленої причини залежить від кількості розглянутих випадків (різних умов) та ступеня відмінності умов, крім єдиної обставини. За ледь помітно вираженої відмінності важко зробити висновок про єдину обставину як причину.

*Метод єдиної відмінності* полягає у зіставленні випадку, коли явище настає, з випадком, коли воно відсутнє. При цьому обидва випадки підбираються з врахуванням однакових умов, крім однієї обставини. Ця обставина присутня тоді, коли явище настає, і відсутня тоді, коли явище не настає. Іншими словами: якщо за одних і тих же умов наявність певної об-

ставини викликає, а за її відсутності ліквідує досліджуване явище, то ця обставина є причиною досліджуваного явища. Сказане реалізується такою схемою:

1. За умов  $ABC$  виникає явище  $a$ .
2. За умов  $BC$  відсутнє явище  $a$ . Отже, обставина  $A$  є причиною явища  $a$ .

Метод єдиної відмінності дозволяє робити достатньо ймовірний, а іноді і достовірний висновок. Це пояснюється необхідністю виконання експерименту, оскільки самі собою однакові умови не зустрічаються, їх потрібно штучно створювати.

Інколи поєднують методи єдиної подібності та єдиної відмінності. З цією метою підбирають низку випадків, коли має місце явище, що цікавить дослідника, за дещо різних умов, що дозволяє виокремити спільну обставину в якості можливої причини даного явища. Потім підбирають низку випадків, близьких за умовами до попереднього ряду, але в якому досліджуване явище відсутнє. Якщо з'ясується, що усі випадки другого ряду схожі між собою лише тим, що в них відсутня обставина, спільна для випадків першого ряду, то ця обставина є причиною досліджуваного явища.

*Метод супутніх змін* використовують тоді, коли висновок про причину явища робиться шляхом порівняння випадків, у кожному з яких спостерігається одне і те ж явище, але не в однаковій мірі. При цьому всі умови в кожному випадку цілком схожі, за винятком однієї змінної обставини. Так як постійні обставини не можуть викликати змінне явище, то його причиною є тільки змінна обставина. Іншими словами зазначене вище формулюють у такий спосіб: будь-яке явище, що змінюється певним чином, у випадку зміни передуючої йому обставини, є або її наслідок, або перебуває з нею у причинному зв'язку. Метод супутніх змін виражається таким чином:

1. За умов  $ABC$  виникає явище  $a$ .
2. За умов  $A_1BC$  виникає явище  $a_1$ .

3. За умов  $A_2BC$  виникає явище  $a_2$ . Отже, обставина  $A$  перебуває у причинному зв'язку з явищем  $a$ .

Наприклад, фіксуючи зміну ступеня розширення тіл при різної міри нагріванні, роблять висновок, що нагрівання є причиною розширення тіл. Метод супутніх змін базується на тезі, що постійне не може бути причиною змінного. Цей метод робить можливим використання експерименту на початковому етапі дослідження, що дозволяє виявити факт наявності зв'язку двох явищ. Характер виявленого зв'язку далі з'ясовується за допомогою інших індуктивних прийомів. Крім зазначеного, його використовують тоді, коли причину і наслідок не можна розділити навіть експериментально; в такому випадку розкрити причинні відношення можна не шляхом усунення тієї чи іншої обставини, а шляхом зіставлення двох змінних рядів (процесів). Це стосується зв'язку між сповільненням руху і тертям тощо.

*Метод залишків* використовується у процесі дослідження складного явища, частина компонентів якого уже пояснена, а інша, хоча ще не досліджена, спричиняється однотипними причинами. Метод залишків формулюють таким чином: якщо із складного явища, що спричиняється низкою обставин, вирахувати вивчену частину, що залежить від уже відомих обставин, то залишок цього явища буде наслідком однотипних (ще не з'ясованих) обставин. Цей метод виражається такою схемою:

1. Обставини  $ABCX$  викликають явище  $abcd$ .
2. Обставини  $ABC$  викликають явище  $abc$ . Отже, обставина  $X$  є причиною явища  $d$ . Шляхом спектрального аналізу було встановлено, що кожному хімічному елементу в спектрі відповідає певна лінія. У сонячному спектрі було виявлено лінію, яку не можна було приписати жодному відомому на той час елементу. Цю лінію приписали невідомому елементу, що входить до складу Сонця. Пізніше у земних умовах виділили газ, у спектрі якого було виявлено лінію, яка співпадала з тією, що на початку була виявлена у спектрі Сонця.

Розглянуті вище методи використовуються, як правило, у поєднанні. Вони підсилюють і доповнюють один одного, цим самим сприяючи використанню усіх засобів дослідного пізнання – розкриття причинних відношень предметного світу. Перелічені методи встановлення причинної залежності явищ є загальнонауковими прийомами дослідження, а тому можуть бути використані у будь-якій галузі знань.

Основною умовою істинності індуктивного умовиводу є істинність його засновків. Засновки індуктивного умовиводу є істинними, якщо вони виражають суттєві ознаки досліджуваних предметів, відображають однорідність даних предметів, приналежність їх до одного класу. В індуктивному виводі причини явища необхідна ретельна перевірка дослідного матеріалу, що дає можливість розкрити внутрішній зв'язок явищ, не підміняючи його простою часовою послідовністю.

Попри зазначене в індуктивному умовиводі можна припуститися помилки внаслідок низки типових промахів. Найхарактернішими промахами, що можуть мати місце в індуктивному умовиводі, є:

1. Поспішність узагальнення. Цей промах характеризує відсутність належної витримки у дослідника, коли він перші позитивні результати без належної перевірки узагальнює і видає за науковий закон. Тут бажане видається за дійсне. Щоб уникнути такого роду промахів, необхідно розглянути якомога більше випадків і намагатися підбирати їх з врахуванням різноманітних умов, що позначаються на даному явищі. Для надійного висновку потрібно мати сотню фактів, що його підтверджують, в той же час єдиний суперечливий факт здатний зруйнувати зроблений висновок.

2. Узагальнення без достатніх підстав. Помилка такого роду припускається, коли узагальнюють на основі випадкових, не типових, індивідуальних ознак чи неоднорідності досліджуваних явищ. Випадкові ознаки органічно не зв'язані з носіями і можуть бути відсутні у низці інших предметів даного класу. При різнорідності явищ будь-яка позірна схожість оз-



нак буде, фактично, зовнішньою, випадковою, що веде до хибного висновку. Подібність у несуттєвому не може слугувати основою достовірного узагальнення.

3. Підміна причинного зв'язку зовнішнім порядком. Такого роду помилка полягає в тому, що послідовність явищ у часі приймається за їх причинний зв'язок. При дослідженні складних явищ можуть зустрічатися різноманітні поєднання подій у часі, і, щоб розібратися у них, важливо не обмежуватися тільки зовнішнім порядком, не залишатися на поверхні явища, а знайти глибоке причинне пояснення даного порядку речей. Не кожна передуюча подія є причиною для наступної, але шукати її причину потрібно тільки серед передуючих їй подій.

4. Підміна умовного безумовним. Ця помилка пов'язана із спрощеним підходом до встановлення причинних зв'язків між явищами. Будь-який процес протікає за певних умов. Дія причини проявляється тільки за наявності відомого комплексу умов, ігнорування якими призводить до логічної помилки шляхом нехтування залежністю результату узагальнення від умов місця і часу, внаслідок чого відносно видають за безумовне.

Потрібно зазначити, що хоча експеримент займає особливе місце в науковій індукції, все ж в індуктивному умовиводі він не є вирішальним. Обмеженість експерименту спричинена його природою, зокрема тим, що в експерименті всезагальне матеріалізується через одиничне, яке не виражає у всій повноті загальне. Експеримент може спростувати істинність положення, але він не в змозі повністю підтвердити достовірність загального висновку.

**Аналогія.** Умовивід за аналогією – це висновок про властивості предмета на основі його подібності з іншим предметом. Аналогічний умовивід будується за принципом: предмети, що подібні за декількома ознаками, подібні і за даною ознакою.

Аналогія відіграє суттєву роль у розвитку науки. До багатьох наукових відкриттів прийшли за допомогою аналогічного умовиводу. Наприклад, при-

рода звуку встановлювалась за аналогією до природи хвиль на поверхні води тощо. Проте висновки за аналогією не мають доказової сили, тому будь-яка науково встановлена аналогія вимагає фактичної перевірки, але на початковому етапі аналогія допомагає побудувати перше припущення, правильність якого перевіряється наступним дослідженням. При цьому мають на увазі, що якщо робити аналогічний умовивід без врахування якісної своєрідності порівнюваних явищ, то отримується хибний висновок. Існує немало концепцій, створених у результаті зловживання аналогією: органічна соціологія, соціальний дарвінізм тощо. Зазначене особливо стосується історичних подій, оскільки дивовижно подібні події, що відбуваються у різній історичній обстановці, приводять до зовсім різних результатів. Робити аналогічний висновок можна в межах однотипних явищ, що підпорядковуються дії одних і тих же законів об'єктивної реальності, які мають місце у порівняно однаковій історичній обстановці.

Для успішного використання аналогічних умовиводів необхідно дотримуватись деяких логічних правил, що значно підвищує вірогідність висновку, а за певних умов надає йому обґрунтованого характеру. Аналогічний умовивід базується на тезі: якщо два предмети подібні за рядом суттєвих ознак, то вони можуть бути подібними за іншою суттєвою ознакою, виявлену в одному з них. Загальна схема аналогічного умовиводу виглядає таким чином:

1. Предмет *A* володіє ознаками *a, b, c, d, e*.
2. Предмет *B* володіє ознаками *a, b, c, d*. Ймовірно, що предмет *B* володіє також ознакою *e*. Об'єктивною основою такого переносу є закономірний взаємозв'язок між ознаками явища: кожний предмет, явище, володіючи сукупністю властивостей, являє собою не просту їх суму, а внутрішньо обумовлену єдність, в якій не можна змінити яку-небудь суттєву властивість, не зачепивши інших ознак.

Правила побудови правильних аналогічних умовиводів:

1. При зіставленні предметів потрібно ретельно вивчити їх подібність та відмінність за суттєвими ознаками.

2. При побудові аналогічного умовиводу необхідно відшукати якомога більше спільних ознак, пов'язаних з ознакою, що переноситься.

3. При побудові аналогічного умовиводу необхідно виявити зв'язок спільних ознак з ознакою, що переноситься.

Аналогічний умовивід може здійснюватися у двох напрямках:

1. Від подібності причин до подібності наслідків.

2. Від подібності явищ до подібності причин.

З іншого боку побудувати аналогічні умовиводи можна:

1. Від групи предметів до окремого предмета.

2. Від окремого предмета до групи предметів.

**Логічні закони.** В основі логічно правильних суджень і умовиводів лежать закони тотожності, суперечності, виключення третього і достатньої підстави. Вони виражають елементарні необхідні умови, за яких результати розумової діяльності узгоджуються з дійсністю. В логічних законах відображаються суттєві, стійкі, необхідні ознаки внутрішньої структури процесу мислення, які історично склалися на основі об'єктивних властивостей і відношень зовнішнього світу. Правда, одних логічних законів недостатньо, щоб забезпечити істинність знань. Закони логіки є лише складовою комплексу умов, що визначають істинність суджень та умовиводів. Логічна правильність і строгість мислення необхідні, але недостатні для забезпечення об'єктивної істинності вивідного знання.

*Закон тотожності:* поняття про предмет має зберігати однозначність визначення у процесі міркувань про нього. Недотримання цього закону свідомо чи несвідомо супроводжується чи передбачає підміну понять у процесі міркувань, що призводить до невірних чи наперед спланованих наслідків.

*Закон суперечності:* не можуть бути істинними два несумісні судження про один і той же предмет, що розглядається в один і той же час, в одному і тому ж відношенні.

*Закон виключення третього:* з двох суперечливих суджень одне безперечно є істинним, а інше хибним. Цей закон обґрунтовує вимогу вибору одного з двох суперечливих суджень у пошуку істини, бо не може бути жодного проміжного судження, яке було б істинним.

*Закон достатньої підстави:* будь-яка думка, щоб стати істинною, має бути обґрунтована іншими думками, істинність яких доведена чи самоочевидна. Доказовим є таке мислення, в якому не тільки стверджується істинність відомого висновку, але й вказуються підстави, що дозволяють визнати це положення істинним. А ці підстави мають бути достовірними і достатніми. В їх якості служать достовірні факти, аксіоми і закони. Сюди належать певні принципи, правила і положення, визнані істинними і перевірені на практиці.

**Доведення.** В інтерпретації одержаних результатів часто доводиться формулювати узагальнення теоретичного характеру, положення, які потребують доведення. Доведення – процес, спрямований на підтвердження чи спростування певного положення через інші безсумнівні, раніше обґрунтовані аргументи. Характерною ознакою доведення є наведення достатньої основи для підтвердження істинного чи спростування хибного судження. В цьому сенсі будь-який умовивід є доведенням. Водночас між умовиводом і доведенням є певна відмінність. В умовиводі з наявних засновків виводиться висновок; у доведенні підбираються засновки, які підтверджують чи спростовують сформульоване положення. В умовиводі виходять з істинності засновків; в доведенні істинність засновків піддається перевірці. Доведення не може змінити змісту судження, перетворити хибне положення в істинне чи навпаки. Доведення не встановлює істини, а тільки розкриває її, робить її переконливою.

У доведенні виділяють тезу, основу й аргументацію. Тезою називають судження (положення), яке необхідно довести. Основу доведення складають засновки (аргументи), з яких логічно витікає положення, що містить у собі тезу. Основою доведення можуть бути дійсні факти, наукові положення і закони, аксіоми і документальні свідчення. Спільною й основною вимогою у підборі аргументів у процесі доведення є їх об'єктивна істинність і достатня повнота для обґрунтування відповідної тези. Тільки за таких умов зроблений висновок буде безсумнівним і переконливим. Аргументація – це сукупність умовиводів, необхідних для логічного виведення тези з основи. В аргументації поєднуються індукція і дедукція. Співвідношення індуктивних і дедуктивних методів визначається характером основи (що в ній превалює: емпіричні факти чи наукові положення і аксіоми). Проте остаточний висновок, що співпадає з тезою, по можливості має бути дедуктивним чи повною індукцією, які характеризуються безперечною достовірністю. Аргументація – це творчий процес. Її мистецтво полягає в тому, щоб переконливо показати, як з основи з логічною необхідністю випливає теза, що доводиться.

У підтвердженні тези використовують такі методи:

1. Обумовлююче підтвердження зводиться до демонстрації достовірності основ, з яких з необхідністю випливає положення, що містить у собі відповідну тезу.

2. З'єднувальне підтвердження будується в такий спосіб: спочатку встановлюється межа подільності тези, тобто сфера її застосовності до певної кількості випадків; потім аргументується істинність тези для кожного випадку окремо і, врешті, методом повної індукції виводиться істинність тези у повному об'ємі.

3. Роздільне підтвердження тези співпадає за формою із заперечувальностверджувальним модусом простого роздільно-категоричного умовиводу (або  $A$ , або  $B$ , або  $C \in D$ ;  $A$  і  $B$  не  $\in D$ ; отже  $C \in D$ ). Підтвердження тези у цьому випадку відбувається непрямым шляхом, шляхом виключення усіх можливих

альтернатив роздільного судження, крім однієї, яка і є тезою, що доводиться. При цьому вихідне судження має повністю вичерпати усі можливі альтернативи. Зрозуміло, що альтернативи не даються в готовому виді, вони підбираються у процесі доведення. Встановити істинність тези цим методом вдається не завжди, у більшості випадків висновок є ймовірнісним. Цей метод у науковій практиці переважно використовується для виділення єдиного прийняттого положення серед інших, що претендують на вирішення даної проблеми. Після чого виділена обставина доводиться іншим способом.

4. Апагогічне підтвердження тези означає непряме доведення “від протилежного”, а точніше від суперечливого. Воно полягає в тому, що дослідженню піддається не теза, а антитеза. В результаті антитеза на достатній підставі відхиляється як хибне положення, і з цієї хибності безпосередньо робиться висновок про істинність тези. Користуючись цим методом, інколи вдаються до такого прийому: антитезу умовно приймають за істинну і шляхом логічного аналізу виводять наслідки, що витікають з неї, які зіставляються з дійсними фактами, науковими законами та аксіомами і відхиляються як хибні. З хибності наслідків встановлюється хибність антитези, що підтверджує істинність тези.

У процесі доведення необхідно дотримуватися певних логічних правил:

1. Теза має бути чітким і визначеним за змістом судженням.
2. Основа має бути безсумнівною, повною і достовірною.
3. Аргументація має бути послідовною, логічно стрункою і переконливою.

У спростуванні тези послуговуються такими методами:

1. Спростування тези шляхом позбавлення основи досягається руйнуванням виставленої основи фактами, науковими положеннями, законами або через демонстрацію відсутності необхідного зв'язку між тезою і висунутою основою (логічне позбавлення основи). Обидва способи переважно взаємопов'язані, доповнюють один одного.

2. Спростування тези через спростування висновку досягається у відповідності з логічним правилом умовно-категоричного умовиводу – від заперечення наслідку до заперечення основи. В цьому випадку міркування будуються в такий спосіб: шляхом логічного аналізу тези з неї виводиться наслідок, який при зіставленні з реальними обставинами виявляє свою хибність. З хибності наслідку витікає хибність основи, тобто тези.

3. Роздільне спростування тези будується за схемою стверджувально-заперечувального модусу простого роздільно-категоричного умовиводу (або  $A$ , або  $B$ , або  $C \in D$ ;  $A \in D$ , отже ні  $B$ , ні  $C$  не  $\in D$ ). Метод спростування тези через спростування висновку знаходить широке застосування там, де об'єкти менш активно взаємодіють між собою.

4. Апагогічне спростування тези досягається непрямим шляхом через підтвердження антитези. Антитеза обґрунтовується прямим шляхом, тоді з істинності антитези виводиться хибність тези.

Особливе місце в науці займає генетичне доведення чи спростування (за джерелом походження). Воно використовується в основному в історичних науках, в яких в якості основи залучають документи, свідчення, мемуари тощо. При цьому використовується генетичне доведення чи спростування достовірності цих документів і показів свідків, встановлюється чи спростовується їх істинність за змістом. Генетичне доведення чи спростування використовується в тих випадках, коли неможливо перевірити судження по суті і доводиться встановлювати його достовірність тільки на основі відомих документів, показів свідків. Генетичне підтвердження чи спростування має таку будову. Спочатку встановлюється істинність первинного судження про історичний факт. Для цього звертаються до дослідження джерела цього судження, враховуються ідеологічний підхід автора до подій, його обізнаність тощо. Потім доводиться, що відоме судження дійшло до нас без суттєвих змін. Після цього виводиться висновок про істинність тези. Якщо теза, що перевіряється, не витримує усіх цих випробувань, не відповідає зазначеним

вимогам, то вона піддається генетичному спростуванню – встановленню хибності тези, яка може полягати у спотвореному відображенні дійсної події чи спотворенні її в процесі передачі наступним поколінням.

У процесі доведення інколи припускаються помилок стосовно тези:

1. Втрата чи підміна тези
2. Спростування тези через спростування аргументації;

помилок стосовно основи:

1. Для підтвердження тези використовують в якості основи хибне вихідне положення

2. Недостатність основи: положення, істинне лише за деяких умов, беруть в якості основи, істинної взагалі

3. Використання в якості основи такого положення, яке саме потребує доведення

4. Коло в доведенні: в якості основи береться довід, істинність якого залежить від даної тези, поки що не доведеної;

помилок стосовно аргументації:

1. Уявне слідування: нездатність вивести тезу з наведеної основи і компенсування цієї нездатності узагальнюючими словами на зразок “і так” тощо

2. Стрибки у доведенні: виникають внаслідок порушення стрункості в аргументації, перестрибування через проміжні ланки в ланцюгу умовиводів тощо

3. Порушення правил умовиводів.

На додаток до наведеного вище потрібно зазначити, що доказовість є головною ознакою правильного мислення. Загалом вчені прагнуть довести сформульовані положення, знайти для них розумне пояснення, об’єктивну основу. Логічно струнке і переконливе доведення необхідне як у природничих, так і суспільних науках. Причому, якщо в природничих науках широко застосовується експеримент, то в суспільних науках основну функцію виконує істинність вихідних положень і логічна правильність аргументації.



**Теорія і теоретичні узагальнення.** Вінцем інтерпретації результатів наукового дослідження є побудова теорії у кількісних та формулювання теоретичних узагальнень у якісних дослідженнях.

Теорія виникає на основі спостережень, експериментів, опису, систематизації й узагальнення фактів. Вона включає не тільки констатацію і опис фактів, але й зв'язок їх у єдине ціле, заснований на осмисленні структури і взаємодії названих елементів у загальній системі даної науки. Звідси витікає найсуттєвіша ознака теорії – системність, така її якість, яка свідчить про те, що сукупність знань, яка розглядається, впорядкована на основі певних наукових принципів. Сутність теорії полягає у достовірному обґрунтуванні фактів, у тому, що за випадковим, вона знаходить закономірне, а за одиничним – загальне. Наукова теорія виконує пояснювальну, прогностичну, практичну, синтетичну (обґрунтовує наступність старих знань в колі нових) і методологічну функції.

Сучасна методологія виділяє вихідну емпіричну основу (складається із сукупності емпіричних фактів, що вимагають теоретичного обґрунтування), вихідну теоретичну основу (включає теорії, закони, постулати, аксіоми, припущення, сукупність яких необхідна для опису ідеалізованого об'єкта), логіку теорії (сукупність допустимих в її рамках логічних виводів і доведень). Структуру теорії утворюють зв'язані між собою факти, поняття, категорії, принципи, судження і закони. Центральною ланкою теорії є закони. Методологічно центральну роль у розробленні теорії відіграє ідеалізований об'єкт (являє собою певну теоретичну модель існуючої реальності, яка містить структури і зв'язки, що виражаються за допомогою визначень, гіпотетичних припущень та ідеалізацій).

Розроблення наукової теорії включає виникнення ідеї, висунення гіпотез і припущень, опис й узагальнення наукових фактів, формулювання категорій і понять, використання аксіом і принципів, доведення теорем чи логічних побудов (положень і законів) і передбачає такі етапи:

1. Інформаційний пошук.
2. Висунення гіпотези.
3. Науковий пошук, заснований на аналізі і синтезі як двох основних методах наукового дослідження.
4. Заключний етап – приведення в систему одержаних результатів, введення більш глибоких принципів, аксіом, постулатів, законів.

Встановлена таким чином сутність досліджуваної реальності (відображаючи субординаційну структуру і взаємозв'язок елементів об'єкта, що пояснює умови його походження, закономірності розвитку і функціонування) за наявності достовірного підтвердження практикою стає науковою теорією. Побудові теорії передують відкриття законів. Закон описує причини, наслідки та умови, за яких причина спричиняє наслідок. На формулювання закономірних зв'язків дослідників виводять пояснювальні гіпотези, оскільки в них вказуються умови, за яких певні причини спричиняють певні наслідки.

Під теоретичним узагальненням, як правило, розуміють твердження, які застосовні до більшої кількості, ніж один індивід, об'єкт тощо. Якщо дослідник стверджує на підставі вивчення літератури, що існує негативний кореляційний зв'язок між віком учнів та кількістю їх інтересів, то цим самим він робить певні узагальнення. Цінність узагальнення в тому, що воно дозволяє мати очікування і (інколи) робити передбачення стосовно майбутнього. Хоча узагальнення в окремих випадках може бути невірним (деякі старші учні мають більше інтересів за деяких молодших учнів), воно описує те, що ми частіше знайдемо, якщо будемо цікавитися інтересами великої кількості учнів. Дослідники сподіваються, що корисні узагальнення завжди можна вивести з виконаних ними спостережень.

В експериментальних і квазіекспериментальних дослідженнях дослідник узагальнює результати, отримані на вибірці, на сукупність. Зауважимо, що в цьому випадку узагальнення робить дослідник, припускаючи, що результати

мають певну цінність і можуть бути застосовними поза межами вибірки, на якій вони отримані.

У якісних дослідженнях дослідник також узагальнює, але в цьому випадку набагато ймовірніше, що узагальнення представлятимуть інтерес швидше для практиків, індивідів, які перебувають у ситуації, схожій з тією, в якій перебували респонденти на момент дослідження. Це означає, що в цьому випадку швидше практик, ніж дослідник робить висновок стосовно застосовності результатів і висновків, отриманих дослідником, і визначає чи отримані результати відповідають ситуації, у якій він знаходиться. Як бачимо, дослідники, які виконують якісні дослідження, менш сконцентровані на висновках, які випливають з отриманих ними результатів. Вони мають тенденцію розглядати їх як ідеї, з якими варто поділитися, обговорити і досліджувати в майбутньому. У зв'язку з цим завжди є необхідною модифікація отриманих результатів стосовно інших умов й іншої обстановки.

\*\*\*

Дотримання законів і правил логічного мислення є необхідною умовою наукового пізнання у всіх галузях і на усіх етапах пізнавального процесу. Без логічно стрункої думки не можна відкрити істину, обґрунтувати застосовність теоретичних узагальнень на практиці. Для ефективної наукової діяльності потрібні не тільки знання фактів, а й уміння робити обґрунтовані висновки на їх основі, ґрунтовно перевіряти і доводити їх об'єктивну істинність. Тільки за таких умов думка набуває ознак строгої науковості, розумної переконливості і дієвості.

Звичайно, закони формальної логіки не варто переоцінювати: вони виражають елементарні вимоги в межах аналітичного мислення. Формальна логіка відображає такі особливості людського мислення, які дають можливість з тверджень, істинних за змістом і правильних за логічною формою, закономірно пов'язаних між собою, отримувати нові твердження, що відповідають об'єктивній дійсності. Дотримання законів формальної логіки не

забезпечує пізнання істини; дотримання цих законів необхідне, але воно не розв'язує усіх задач інтерпретації результатів дослідження, наукового пізнання. Потрібний діалектичний метод, оволодіти яким без оволодіння формальним логічним мисленням неможливо. Як неможливо здійснити революційні звершення в науці, не звертаючи належної уваги в інтерпретації одержаних результатів на факти, які на перший погляд видаються дріб'язковими.

### **Запитання**

*\* З якою типовою проблемою стикаються дослідники у процесі якісної інтерпретації кількісних даних наукового дослідження?*

*\* Яких типових помилок припускаються дослідники в інтерпретації результатів дослідження?*

*\* На які групи діляться судження залежно від типу зв'язки?*

*\* Що можна сказати про розподіленість суб'єктів і предикатів?*

*\* У який спосіб трансформують судження?*

*\* За яких умов можна одержати істинний вивід у силогізмі?*

*\* Які типи умовиводів виділяють?*

*\* Який умовивід найчастіше використовується серед категоричних умовиводів?*

*\* Що таке умовивід?*

*\* Який умовивід називають індуктивним?*

*\* У яких варіантах реалізується неповна індукція?*

*\* Що можна сказати про істинність індуктивного умовиводу?*

*\* У чому суть доведення?*

*\* Якими логічними правилами користуються у процесі доведення?*

*\* Яких помилок припускаються у формулюванні тези?*

*\* Які помилки можуть бути притаманні основі?*

### **Завдання**

*\* Наведіть приклади істинного і хибного суджень.*

*\* Наведіть приклади загально стверджувального, частково стверджувального, загально заперечувального і частково заперечувального суджень.*

*\* Проілюструйте зв'язок загальних і часткових суджень стосовно їх істинності та хибності.*

*\* Проілюструйте зв'язок контрарних суджень.*

*\* Проілюструйте зв'язок підконтрарних суджень.*

*\* Проілюструйте зв'язок суперечливих суджень.*

*\* Назвіть види дедуктивних умовиводів.*

*\* Сформулюйте аксіому побудови силогізмів.*

*\* Розкрийте правила термінів при побудові силогізмів.*

*\* Розкрийте правила посилок при побудові силогізмів.*

*\* Назвіть фігури силогізмів та вимоги до їх побудови.*

*\* Назвіть модуси для кожної фігури силогізмів.*

*\* Наведіть приклад полісилогізму.*

*\* Наведіть приклад роздільно-категоричного умовиводу.*

*\* Наведіть приклад умовно-категоричного умовиводу.*

*\* Наведіть приклад умовно-роздільного умовиводу.*

*\* Розкрийте послідовність індуктивного умовиводу.*

*\* Охарактеризуйте повну індукцію.*

*\* Розкрийте суть наукової індукції.*

*\* Проілюструйте метод єдиної подібності.*

*\* Проілюструйте метод єдиної відмінності.*

*\* Проілюструйте метод супутніх змін.*

*\* Проілюструйте метод залишків.*

*\* Розкрийте характерні для індуктивного умовиводу промахи.*

*\* Розкрийте суть аналогічного умовиводу.*

*\* Розкрийте суть закону тотожності.*

*\* Розкрийте суть закону суперечності.*

- \* Розкрийте суть закону виключення третього.
- \* Розкрийте суть закону достатньої підстави.
- \* Розкрийте структуру доведення.
- \* Проілюструйте методи підтвердження тези.
- \* Проілюструйте методи спростування тези.
- \* Розкрийте суть генетичного методу підтвердження чи спростування тези.
- \* Проілюструйте типові помилки аргументації.
- \* Наведіть приклад теорії.
- \* Розкрийте функції теорії і теоретичного узагальнення.
- \* Розкрийте технологію побудови теорії.
- \* Наведіть приклад теоретичного узагальнення.
- \* Розкрийте технологію побудови теоретичного узагальнення.
- \* Проілюструйте вдалий вибір кількісної міри якісних відмінностей властивості об'єкта вивчення.

## ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

### § 21. Теоретичні дослідження

**Технології педагогічних досліджень.** Будь-яке педагогічне дослідження, як уже зазначалось, спрямовується на пошук відповіді на запитання дослідження. Запитань дослідження нескінченна кількість, проте їх можна поділити на декілька груп. Зокрема можна виділити запитання, пов'язані з встановленням причинно-наслідкового зв'язку між двома чи більшою кількістю характеристик об'єктів вивчення. Окрему групу складають запитання, націлені на дослідження кореляційного зв'язку між характеристиками об'єктів вивчення. Чимало запитань спрямовані на обстеження різних характеристик об'єктів вивчення. Названі три групи запитань єднає той факт, що відповідь на них передбачає обстеження досліджуваних характеристик об'єктів вивчення. Водночас серед педагогічних досліджень є і такі, що не пов'язані з вимірюванням, фіксацією чи ідентифікацією досліджуваних характеристик об'єктів вивчення. На відміну від трьох перелічених типів, що об'єднуються у групу емпіричних досліджень, останні природно назвати теоретичними. Серед теоретичних досліджень виділяють бібліографічні та описові (етнографічні). У групі бібліографічних досліджень виокремлюють звичайні, історично-педагогічні та порівняльно-педагогічні. У бібліографічних дослідженнях на основі аналізу результатів попередніх досліджень чи наявних статистичних даних, які стосуються функціонування системи освіти, робляться різного характеру узагальнення теоретичного і практичного спрямування. Окремі підгрупи бібліографічних досліджень складають історично-педагогічні та порівняльно-педагогічні дослідження. В історично-педагогічних дослідженнях наявні результати попередніх досліджень та статистичні дані розглядаються у часовому вимірі. У порівняльно-педагогічних дослідженнях вони аналізуються в просторовій площині. В етнографічних дослідженнях характеристики об'єктів вивчення встановлюються на основі спостережень за ними без їх кількісного вимірювання та якісної фіксації. Доречно зауважити, що в теоретичних дослідженнях інколи опе-

рують певними кількісними показниками, проте вони не пов'язані з процедурою обстеження об'єктів вивчення на момент виконання дослідження.

**Характерні ознаки теоретичного дослідження.** Не зважаючи на те, що теоретичні дослідження охоплюють широкий спектр дій від аналізу бібліографічних джерел до спостережень за об'єктами вивчення, їм притаманна низка спільних ознак. Методи збору інформації, які використовуються у теоретичних дослідженнях, переважно включають спостереження та аналіз літературних джерел. Інколи такі дослідження виконуються з тією метою, щоб вибудувати певну платформу для виконання емпіричних досліджень. Наприклад, щоб краще зрозуміти характеристики об'єктів вивчення, які важко квантуються (ставлення, релігійна віра, політичний погляд тощо), можна паралельно виконати відповідне етнографічне дослідження. Бібліографічні дослідження часто використовуються як пілотні для того, щоб зібрати інформацію, що згодом використовується в емпіричному дослідженні.

Етапи, які охоплює теоретичне дослідження, не так чітко відрізняються між собою, як у випадку емпіричного дослідження. Мають місце випадки, коли окремі етапи перекриваються, а то й співпадають у часі. І хоча чіткої різниці між окремими діями в теоретичному дослідженні немає, інколи наступний крок не є логічним продовженням попереднього, окремі етапи все-таки можна виділити. Теоретичне дослідження бере початок з моменту, коли дослідник ідентифікував проблему, яку він хоче дослідити, і закінчується у точці, коли формулюються висновки:

1. Ідентифікація досліджуваної проблеми.
2. Ідентифікація об'єктів вивчення.
3. Формулювання гіпотези.
4. Збір даних.
5. Аналіз даних.
6. Формулювання висновків.



Загалом теоретичні дослідження відіграють важливу роль у пізнанні освітнього середовища і є, ймовірно, більш популярними у порівнянні з емпіричними. Теоретичні дослідження, репрезентовані у формі бібліографічних, присутні практично у всіх емпіричних дослідженнях. Нині в силу відомих причин набули широкої популярності історично-педагогічні та порівняльно-педагогічні дослідження. Часто мають місце випадки, коли дослідника цікавлять не співвідношення значень досліджуваних характеристик, а поведінка об'єкта вивчення у цілому, що спонукає його до виконання етнографічного дослідження.

**Звичайне бібліографічне педагогічне дослідження.** У такого роду дослідженнях здійснюється систематизація та узагальнення результатів попередньо виконаних досліджень, даних, наведених у різних джерелах, з метою встановлення нових наукових фактів та закономірностей.

**Історично-педагогічне дослідження.** Аналіз історичних досліджень освітніх проблем свідчить, що найбільшою вадою переважної більшості з них є орієнтація дослідників на простий опис подій, що мали місце у минулому, без намагання встановити між ними причинно-наслідкову залежність. Іншими словами, дослідники часто обмежуються відповіддю на запитання, що мало місце в минулому, і при цьому не рухаються далі, щоб відповісти на запитання, як хронологічно пов'язані зміни в освіті і чому вони саме так пов'язані. Зазначене є причиною того, що в таких дослідженнях, як правило, відсутні продуктивні гіпотетичні припущення. А якщо гіпотези і висуваються, то вони стосуються констатації фактів, а не характеру їхнього зв'язку та його причини.

Зазначене, безперечно, збіднює у змісті історично-педагогічні дослідження, зменшує їх значення. А між тим, такого роду дослідження освітніх проблем покликані формулювати уроки позитивних і негативних дій у минулому, встановлювати тенденції об'єктивних змін, екстраполювати їх у майбутнє.

Історично-педагогічні дослідження здійснюються з врахуванням загальних засад пізнання суспільних феноменів. Зміни у суспільстві досліджують з

номотетичної точки зору (коли дослідник прагне знайти спільне у процесі) та ідеографічної точки зору (коли дослідник характеризує окремі відмінності процесу). В описі подій минулого застосовують антикваризм (події минулого розглядаються на тлі тогочасних уявлень) і презентатизм (події минулого розглядаються через призму сучасних уявлень). Історичне дослідження не можливе без історичного мислення – спрямованості на передбачення майбутнього у процесі пізнання сьогодення через ретроспективу минулого.

Розгортаючи історичне дослідження, варто мати на увазі знакові положення методологів пізнання минулого. Зокрема К. Беккер відстоює позицію, що історик має справу не з історичним фактом, а лише з твердженням про нього. Р. Коллінгвуд підкреслює необхідність існування загальної логіки історичної думки, яка має визначати чисті принципи, за якими повинне відбуватись історичне мислення. На думку цього ж вченого, хоча остаточна істина відносно навіть найдрібнішої історичної проблеми є недосяжною, з цього аж ніяк не випливає, нібито в історичному пізнанні не може бути солідного поступу. Згідно з Р. Коллінгвудом, теперішнє є таким, що фактично існує, минуле – його необхідним, а майбутнє – його можливим.

Суспільні зміни спричиняються багатьма факторами, в тому числі і людським, а тому будь-які історичні події не можна розглядати без урахування соціологічного фактора. А. Тойнбі спростовує категорію історичної необхідності К. Маркса та ідею класової боротьби як рушійної сили суспільного розвитку. Він також відхиляє економічний фактор як основу періодизації суспільства. М. Бердяєв стверджує, що організована меншість з екзальтованою революційною волею може перемогти детермінізм соціальної закономірності. Заперечуючи матеріалістичний підхід до розуміння історії К. Маркса, зазначений автор доводить, що все в історії є продуктом людської діяльності і боротьби.

Німецького соціолога М. Вебера справедливо вважають засновником сучасного плюралізму і релятивізму, що в кінцевому випадку веде до відмови

від монокаузальності представлення історичних явищ. Цей феномен можна ототожнити з поняттям багатозначної функції у математиці, коли одному значенню аргументу (фактора) відповідає щонайменше два значення функції (наслідки). Графічно така функція зображається спіраллю у системі трьох координат або зигзагом (проекцією спіралі) у системі двох координат.

На думку О. Шпенглера, оскільки немає вічних істин, філософія є висловленням свого і тільки свого часу. Згідно з К. Ясперсом, на оцінки історичних подій можуть впливати пануючі у суспільстві ідеологія, політика і мораль. Отже, історія, як і будь-яка наука у будь-якій державі, виконує соціальне замовлення пануючих верств, які творять і відстоюють власну політику, ідеологію і мораль. Незалежної інтелектуальної еліти в науці, особливо в гуманітарній сфері, немає. Історик може бути незалежним відносно. Якщо він в опозиції до державної політики і моралі, то він, як правило, залежний від опозиції, яка несе на собі риси політики і моралі, відмінні від пануючих. На думку К. Поппера, існують різні історії, пов'язані з різними аспектами людського життя, а єдиної історії людства немає. Критерієм історичної істини є історичний досвід (здобутки людства та вміння їх застосовувати).

З урахуванням зазначеного вище в історично-педагогічних дослідженнях з'ясовують причини і наслідки освітніх явищ, а тому часто мають справу з такими категоріями як зміна, розвиток, прогрес, регрес тощо, а також з історичними фактами, які, на відміну від неісторичних фактів, певним чином впливають на історичний процес. Ідеалом історичного пізнання освітнього середовища є не опис історичного процесу, а відкриття і пояснення його закономірностей з метою практичного застосування. З одного боку історично-педагогічне пізнання – це сукупність відомих фактів, а з другого боку – це теорія, яка їх пояснює й узагальнює.

В історично-педагогічних дослідженнях виходять з того, що усі зміни в освіті відбуваються на тлі загальних суспільних змін, детермінованих чи фаталізованих певними факторами чи замислом. Найпоширенішими є теорії

технологічного детермінізму та фаталізму. Водночас у якості базису історичного розвитку освітніх процесів можна вибрати й інші субстанції, які характеризують взаємодію людини з природою, стосунки між людьми, внутрішню еволюцію психіки тощо.

Історично-педагогічне дослідження винятково фокусується на минулих фактах і подіях. Об'єктами історичного дослідження є події, явища та процеси. Історична подія – помітний серед інших факт буття, що вирізняється своїм значенням і впливом на наступні події. Історичне явище – факт або сукупність фактів, що приводять до якісних змін у суспільстві. Історичний процес – досить помітний факт суспільного руху на певних етапах, відрізках історії. Аспекти минулого вивчаються шляхом уважного розгляду документів досліджуваного періоду, вивчення його різноманітних залишків, опитування індивідів, які жили в той час. У кожному випадку робиться спроба якомога повніше реконструювати те, що мало місце у певний відрізок часу, і пояснити, чому зазначені події трапилися, хоча достовірно вказати на причини ніколи не вдається, оскільки інформація, якою користується дослідник, ніколи не буває повною. Аналіз подій і фактів, які охоплюють певний тривалий відрізок часу, дозволяє відстежити певні закономірності, тенденції, розглядаючи їх ззовні, на відміну від обмежених уявлень при їх розгляді зсередини. Загалом історично-педагогічне дослідження – це систематичний збір даних і їх пояснення, що веде до розуміння подій і фактів, що мали місце у минулому та прогнозування характеру протікання аналогічних явищ у майбутньому. Потрібно зазначити, що збору фактів та їх поясненню в історично-педагогічних дослідженнях передують розроблення критеріїв їх оцінки та теоретичних засад інтерпретації.

З урахуванням зазначеного предметом історично-педагогічних досліджень є:

- події і факти, які поки що не отримали свого пояснення;
- пояснення, які ще не отримали свого пояснення.

Загалом історичному дослідженню притаманні три функції: ретроспективна (пізнання минулого), репрезентаційна (усвідомлення сучасного шляхом пізнання минулого), прогностична (передбачення майбутнього шляхом пізнання минулого). Класична мета історично-педагогічного дослідження – донести до громадськості відомості про те, що мало місце в минулому, щоб вона переймала позитивний досвід і не повторювала помилок минулого; донести до сучасників шляхи розв’язання проблем минулого, аналогічних сьгоднішнім, та розкрити їх наслідки; спрогнозувати майбутні проблеми та ефективні шляхи їх розв’язання на основі аналізу закономірних зв’язків у минулому. У найпростішому випадку мета історично-педагогічного дослідження полягає у тому, щоб описати деякі аспекти минулого, які пов’язані з освітою. Проте історично-педагогічні дослідження переслідують не тільки зазначений вище опис, вони виходять за його межі, щоб пояснити закономірності протікання освітніх явищ й інколи поправити попередні висновки, якщо дослідник вважає їх помилковими.

Як наслідок, історично-педагогічні дослідження, як правило, переслідують мету:

1. Вивчення, як окремі атрибути освітнього процесу функціонували в минулому, щоб подивитися, чи можна їх використати в сучасних умовах. Швидше, ніж відкривати колесо, часто доцільно подивитися у минуле, щоб побачити, чи пропонувані інновації не намагались використати в минулому. Вивчення літератури свідчить про те, що те, що ми вважаємо новим, часто мало місце в минулому (інколи багато разів).

2. Продукування інформації стосовно того, що мало місце в минулому, щоб теоретики і практики могли винести урок з минулих втрат і надбань. Дослідник може, наприклад, зацікавитись, чому певна стратегія модифікації дидактичного матеріалу для учнів (скажімо, проблемної орієнтації) дала позитивний результат в декількох шкільних округах, але не дала бажаних наслідків в інших шкільних округах.

3. Повнішого усвідомлення сучасної освітньої практики і політики. Багато сучасних практик аж ніяк не нові. Проблемне навчання, відкриті класи, індивідуалізоване навчання, командне навчання, навчальні лабораторії, сократове навчання тощо є лише часткою з багатьох ідей, що появляються час від часу як рятувальні освітні засоби.

4. Допомоги у передбаченні. Якщо певна ідея чи підхід використовувались раніше, навіть в дещо інших умовах, результати минулого можуть навіяти освітянам деякі ідеї стосовно теперішніх планів. Так, якщо мовні лабораторії були визнані ефективними в деяких шкільних округах у минулому, то аналіз їх використання зробить очевидною базу для власного рішення стосовно цього питання.

5. Перевірки гіпотез стосовно зв'язків чи тенденцій. Багато недосвідчених дослідників вважають, що історично-педагогічне дослідження є чистою констатацією фактів, що мали місце у минулому. Водночас добре сплановане і ретельно виконане дослідження може завершуватися підтвердженням чи спростуванням певних гіпотетичних припущень.

Гіпотези в історично-педагогічних дослідженнях формуються приблизно наступним чином:

- На початку 1900-х більшість жінок-учителів була вихідцями із середнього класу, в той час як це твердження не справедливе для учителів-чоловіків.

- Починаючи з 1940 року, учителі середньої школи користуються більшим престижем у порівнянні з учителями початкової школи.

- Модернізація навчального матеріалу переважно зазнавала невдач, якщо не передбачала екстенсивного планування і залучення учителів.

При цьому типовими запитаннями в історично-педагогічних дослідженнях є:

- Як виглядав навчальний процес у типовому четвертому класі 100 років тому?

- Наскільки освіченими були учні у період Громадянської війни?
- Якими були головні проблеми в школі 1940-х років?
- Якого змісту були закони, пов'язані з освітою, що приймалися у період хрущовської доби?
- Як змінилися умови праці учителів з 1991 року?
- Які освітні проблеми педагогічна громадськість вважає найбільш важливими впродовж останніх 20-ти років?
- Чому ідеї Дьюї набули широкого використання у сучасній освітній практиці?
- Чому вплив жінок-педагогів на виховання учнів у різні періоди розвитку суспільства різний?
- Чому політика і практика шкільної адміністрації початку ХХ і початку ХХІ століть відрізняються?

Історично-педагогічне дослідження поєднує у собі чотири умовно виокремлені етапи: визначення проблеми, яку потрібно дослідити (включаючи формулювання гіпотези); локалізацію доречних джерел історичної інформації; узагальнення та систематизацію інформації, отриманої із зазначених джерел; інтерпретацію інформації.

Історично-педагогічним дослідженням притаманні деякі ознаки, які характерні усім без винятку дослідницьким технологіям. Проблеми в історично-педагогічних дослідженнях ідентифікуються тим же шляхом, як і проблеми, що досліджуються іншими дослідницькими технологіями. Аналогічно до інших дослідницьких проблем вони стисло формулюються, можуть містити гіпотетичний зв'язок між характеристиками, передбачають розумне пояснення. Історично-педагогічне дослідження може бути пов'язане із збором інформації про ситуації, які уже відбулися, і їх статистичним аналізом, як це має місце в інших дослідницьких технологіях. Для тих історично-педагогічних досліджень, які виконуються з використанням кількісних даних, може знадобитися комп'ютер для опрацювання великого масиву, який характеризує учнів,

учителів, батьків тощо на основі перепису, шкільних оцінок, тестових показників та інших документів.

Водночас ключова особливість історично-педагогічних досліджень полягає у неможливості маніпулювання даними. Оскільки таке дослідження використовує дані з минулого, то немає жодної можливості ними маніпулювати. Як наслідок, хоча і можна встановити причинно-наслідкові зв'язки шляхом детального аналізу історичних даних, вірогідність одержаних результатів часто є не високою. Унікальна особливість історично-педагогічних досліджень полягає в тому, що в такого роду дослідженнях часто формулюють проблему, для розв'язання якої не вистачає даних. У дослідженнях такого роду дуже рідко вивчають сукупність індивідів чи подій у цілому. Крім того, дослідники рідко отримують шанс вивчати вибірку явищ, які представляють для них інтерес. Вибірка, яка вивчається, визначається тими історичними джерелами, що дійшли до дослідника з минулого. Це особлива проблема для історика, оскільки майже усі документи і залишки, що мають відношення до досліджуваної проблеми, втрачено чи їх важко знайти. Мають місце випадки, коли важливі дані для розв'язання дослідницької проблеми важко локалізувати. Це особливо справедливо стосовно випадків, коли дослідник досліджує події далекого минулого. Джерела, які можна локалізувати, можливо, не є репрезентативними з усіх можливих джерел, що існують з досліджуваної проблеми. Нехай, наприклад, дослідник цікавиться, як соціальне навчання викладалось у школах наприкінці 1800 рр. Він обмежений у такому вивченні тими джерелами, що дійшли з того часу. Дослідник може локалізувати декілька підручників того періоду, посібників з вправами чи задачами, планів уроків, текстів контрольних робіт, декілька примірників кореспонденції, відправленої учителями, щоденників. На підставі ретельного вивчення цих джерел він виписує декілька висновків стосовно суті соціального навчання у зазначений період. Але при цьому дослідник має взяти до уваги і пам'ятати, що ним використано виключно письмові джерела, які можуть передавати цілком відмінну



точку зору порівняно з тими особами, яких не спонукали записати свої думки, ідеї, завдання. Що в такому випадку може вдіяти дослідник? Усвідомити, що краще глибоко вивчати добре визначену проблему, ніж ставити за мету дослідити проблему, яка не може бути строго визначена чи повно розв'язана.

Головна перевага історично-педагогічного дослідження полягає в тому, що з його допомогою можна дослідити ті проблеми, які не можна вивчити з використанням інших технологій. Це єдина дослідницька технологія, з допомогою якої можна вивчати очевидність того, що мало місце у минулому.

Недоліки історично-педагогічних досліджень полягають у тому, що методи, які використовуються для контролю загроз внутрішній валідності в інших технологіях, просто неможливі у випадку історично-педагогічного дослідження. Серйозними є обмеження, накладені наявною вибіркою документів. Дослідник не має впевненості в репрезентативності вибірки джерел, не може він також, як правило, перевірити надійність і валідність висновків, зроблених на основі аналізу доступних матеріалів. Завжди присутня можливість упередження, обумовленого характерними рисами дослідника (у зборі даних та їх аналізі). Також присутня можливість обумовленості наявного зв'язку чи фактів характеристиками суб'єктів, які готували документ. У зв'язку з цим, є усі підстави стверджувати, що історично-педагогічне дослідження є однією з найскладніших дослідницьких технологій.

**Порівняльно-педагогічне дослідження.** Такого роду дослідження спрямовуються на порівняння різних освітніх систем та відповідних наукових супроводів їх функціонування. При цьому для накопичення необхідної інформації використовуються як документальні джерела, так і спостереження за об'єктами вивчення.

**Етнографічне педагогічне дослідження.** У такого роду дослідженнях дослідник ставить перед собою мету якомога ширше описати протікання досліджуваного освітнього процесу. В етнографічних дослідженнях дослідник ставить за мету якомога детальніше і точніше хронологічно описати функціо-

нування об'єкта вивчення. Якщо, наприклад, об'єктом вивчення в етнографічному дослідженні є конкретна школа, то дослідник відображає її соціальну атмосферу, інтелектуальну та емоційну практику учнів, манеру, з якою адміністратори, вчителі та учні взаємодіють між собою, як витримуються і модифікуються шкільні правила тощо. В етнографічному дослідженні переслідується мета описати школу, клас чи інший педагогічний об'єкт настільки детально, щоб інші дослідники чи зацікавлені особи могли правильно уявити описані об'єкти, не контактуючи з ними. При цьому дослідники сходяться на думці, що найкраще етнографічні дослідження описують обстановку в класі.

Етнографічні дослідження переважно пов'язані з описом подій, що мають місце у житті групи, з особливою увагою до взаємодії індивідів у контексті соціокультурних норм, вірувань, які сприймаються її членами. Дослідник у такому випадку переважно частково бере участь у житті групи і використовує спостереження для розуміння взаємодії між її членами. Інколи етнографічне дослідження будується довкола одного індивіда, одного класу, однієї школи, одного шкільного округу тощо. Такі дослідження носять назву case-досліджень. Тобто, вибірка в етнографічному дослідженні може складатися з одного або декількох об'єктів (учнів, класів, шкіл тощо). Власне кажучи, вести мову про вибірку в етнографічних дослідженнях у звичлому значенні цього терміну дещо недоречно, оскільки результати таких досліджень не поширюються на об'єкти, ним не охоплені (сукупність).

Якщо дослідник вивчає життя школи, то він щоденно документує все, що відбувається у ній. Для цього він відвідує школу впродовж певного періоду часу, спостерігає і описує усе, що має місце, настільки детально, наскільки це можливо. З цією ж метою він може опитати учителів, адміністраторів і обслуговуючий персонал. Такий опис, як правило, передає соціальну атмосферу школи, інтелектуальний і емоційний досвід учнів, манеру, з якою вчителі, адміністратори, обслуговуючий персонал і учні діють і реагують стосовно різних етнічних, статевих груп, тощо. В такому описі акцентують також на

тому, як впроваджуються шкільні і класні правила, на типах проблем, з якими стикаються учителі й учні, ставленні учнів до школи і зіставленні думок учнів з думками учителів тощо. Щоб отримати відповіді на поставлені запитання, дослідник, крім опису, може скористатися аудіозаписом, відеозаписом, прикладами учительських планів та учнівських робіт, соціограмами, схемами, що ілюструють типи запитань, які учитель і учні задають один одному, усім іншим, що, на його думку, стосується того, що відбувається у школі. Якщо дослідник цікавиться, як здійснюється процес навчання учнів історії, то він ставить перед собою низку запитань: Як учителі історії навчають своєму предмету? Які їхні щоденні обов'язки? Що роблять учні на уроках? До якої діяльності вони залучаються? і т.д. Зазначені запитання є свідченням того, що дослідника інколи більше цікавлять якісні аспекти проблеми дослідження, ніж її кількісні показники.

З урахуванням зазначеного вище можна виокремити типи проблем, які ефективно вивчаються з використанням етнографічного дослідження:

- ті, що не піддаються простій квантифікації (взаємодія між учителем і учнями);
- ті, що можуть бути краще зрозумілими у природній обстановці (поведінка учнів у шкільних подіях);
- ті, що пов'язані з функціональними обов'язками і відповідною до них поведінкою (зміни у поведінці учнів, які беруть участь у спеціально розробленій програмі);
- ті, що передбачають дослідження діяльності груп як єдиного цілого (класи, спортивні команди тощо);
- ті, що передбачають дослідження формальних організацій (школи, шкільні округи тощо).

Слід зазначити, що етнографічні дослідження більше структуровані у порівнянні з іншими дослідницькими технологіями, які утворюють групу теоретичних досліджень, і здійснюються, як правило, у такій послідовності:

1. Ідентифікація проблеми, яку потрібно дослідити. Нехай, для прикладу, дослідник хоче дослідити взаємодію між учнями з різних соціальних груп. У зв'язку з цим він може поставити перед собою запитання: до якої міри і яким чином учні взаємодіють між собою.

2. Ідентифікація учасників дослідження. Учасники дослідження (за якими вестиметься спостереження тощо) утворюють вибірку. У більшості етнографічних досліджень використовуються вибірки, що слугують певній меті. Утворення випадкової вибірки в таких випадках, як правило, неможливе, оскільки дослідник прагне переконатися, що він отримав вибірку, яка володіє характеристиками, доречними стосовно проблеми дослідження.

3. Продукування гіпотези. На відміну від інших досліджень, гіпотези в етнографічному дослідженні формулюються не на початку дослідження. Навпаки, вони з'являються на основі накопичених у процесі дослідження даних. Деякі з гіпотез зразу ж відкидаються, інші модифікуються і з'являються в оновленому вигляді. Формулюються також принципово нові гіпотези. У наведеному вище прикладі дослідник міг на початку висловити припущення, що взаємодія між учнями поза щоденними заняттями буде мінімальною. Спостерігаючи за учнями, він може модифікувати висловлене ним припущення декілька разів, оскільки стає більш обізнаним у процесі дослідження. Етнографічні дослідження з прецесійними гіпотезами, сформульованими до початку дослідження, виконують рідко. Швидше в таких дослідженнях намагаються збагнути ситуацію, яка має місце, але яку не можна було передбачити заздалегідь. У такого роду дослідженнях протягом певного періоду часу спостерігають, формулюють декілька первинних висновків, які потребують додаткових спостережень, що ведуть до перегляду первинних висновків і т.д.

4. Збір даних. В етнографічному дослідженні дані збираються в процесі дослідження, а не в його кінці. Дослідник постійно спостерігає за учасниками, подіями, часто супроводжуючи свої спостереження запитаннями, що націлені на з'ясування деталей, а також перевіркою різних документів і записів,

пов'язаних з проблемою дослідження. В етнографічних дослідженнях широко використовується спостереження як метод збору інформації про об'єкти вивчення, робиться наголос на документуванні щоденної практики індивідів шляхом спостережень за ними, їх опитування та використання інших технік. Головними засобами одержання інформації в етнографічних дослідженнях є глибинне інтерв'ювання і тривале співучасне спостереження ситуацій. У таких дослідженнях намагаються охопити увагою максимальну кількість деталей, щоб намалювати цілісну картину. Одним із суттєвих факторів, які позначаються на якості етнографічних досліджень, є якість польових заміток, що ведуться дослідником у процесі дослідження. Дбайливе ставлення дослідника до заміток на полях важливе ще й з тієї причини, що на їх основі можна оцінювати валідність і надійність результатів дослідження.

5. Аналіз даних етнографічного дослідження включає синтез інформації, яку дослідник отримав з різних джерел в когерентний опис того, що він побачив чи відкрив. Гіпотези, як правило, не перевіряються з використанням техніки вивідної статистики, хоча деякі кількісні параметри можуть використовуватися. Якщо статистики і використовуються, то це, швидше, в описовому сенсі, ніж у вивідному.

6. Формулювання висновків. У етнографічних дослідженнях висновки формулюються в процесі дослідження. Як наслідок, висновки, зроблені на першому етапі, можуть поєднуватися з тими, що зроблені на другому етапі, що призводить у кінцевому випадку до формулювання загального висновку, що є новою якістю стосовно зазначених вище кількісних змін.

У порівнянні з іншими дослідницькими технологіями етнографічні дослідження характеризуються певними особливостями:

1. В етнографічних дослідженнях дослідники мають безпосередній доступ до об'єктів і суб'єктів, що їх цікавлять, працюють з ними і відповідним чином збирають необхідні дані.

2. В етнографічних дослідженнях немає тривіальних чи зайвих даних. Зібрані дані в етнографічному дослідженні охоплюють записи спостережень, фотокартки, аудіозаписи, відеозаписи, щоденники, коментарі до побаченого і почутого, спогади тощо. Інколи дослідники користуються тільки блокнотом і олівцем, проте часто використовують звукові і відео записуючі пристрої, комп'ютерну техніку тощо.

3. Спостереження в етнографічних дослідженнях фокусуються на процесі і його результаті. У таких дослідженнях цікавляться як індивіди взаємодіють; як вони відповідають на запитання певного типу; що думають учасники дослідження, і чому вони саме так думають; значенням, яке індивіди надають певним словам і вчинкам; як позиція індивіда трансформується в його вчинок тощо.

4. В етнографічних дослідженнях дані аналізують переважно індуктивно. В такого типу дослідженнях дослідники вибудовують картину, яка набуває форми по мірі того, як вони збирають і перевіряють її окремі частини.

5. Будь-яке наукове дослідження завершується певного роду теоретичними узагальненнями. Специфікою етнографічних досліджень у зв'язку з цим є той факт, що такі узагальнення, як правило, стосуються рекомендацій практикам щодо використання одержаних результатів.

Етнографічне дослідження, як і інші дослідницькі технології, характеризується низкою позитивних та негативних ознак. Насамперед такого роду дослідження забезпечує у порівнянні з іншими технологіями більш глибоке розуміння функціонування об'єкта вивчення, який спостерігається у природній обстановці. Більше того, етнографічне дослідження є особливо придатним стосовно вивчення поведінки, що найкраще розуміється шляхом спостереження за нею у її природному стані. Етнографічне дослідження ефективне, коли потрібно досліджувати характеристики, що важко квантуються. Врешті, етнографічне дослідження особливо ефективне у випадку вивчення групової поведінки впродовж певного відрізка часу. Так, щоб зрозуміти у всій глибині

життя школи впродовж певного відрізка часу, без етнографічного дослідження не обійтись.

При цьому етнографічні дослідження не позбавлені певних обмежень. Результати етнографічних досліджень залежать від сегментарності спостережень, і, оскільки чисельні методи в таких дослідженнях рідко використовуються, то немає можливості перевірити на валідність висновки дослідника. Як наслідок, його упередженості у трактуванні побаченого чи почутого важко запобігти. Оскільки в таких дослідженнях спостерігається окрема ситуація (індивід, клас чи школа), узагальнення практично виключаються. Результати такого дослідження практично неможливо поширити на інші однотипні об'єкти. Оскільки дослідник переважно розпочинає дослідження без продукування гіпотези, яку потрібно підтвердити чи спростувати, специфічні зв'язки між характеристиками об'єктів вивчення можуть залишитися нез'ясованими. Через неминучу двозначність, що супроводжує етнографічне дослідження, попереднє планування є менш корисним у порівнянні з іншими дослідженнями. За умови, що жодне дослідження не виконується строго згідно розробленого плану, потенційні пастки легше виявляються і корегуються в іншого типу дослідженнях у порівнянні з етнографічним.

З наведених вище причин є підстави констатувати, що етнографічне дослідження є дуже важким для бездоганного проведення. Проте, не зважаючи на зазначене, етнографічне дослідження має таку силу, яка робить його особливо привабливим для багатьох дослідників. З його допомогою можна відкрити нюанси і тонкощі, чого не можна зробити використовуючи інші дослідницькі технології.

### **Запитання**

*\* На чому фокусуються історично-педагогічні дослідження?*

*\* Чому не вдається вказати на достовірну причину того, що мало місце у минулому?*

- \* *Що є запорукою встановлення закономірностей і тенденцій у протіканні освітніх процесів?*
- \* *Що таке номотетична точка зору в дослідженні освітніх проблем?*
- \* *Що таке ідеографічна точка зору в дослідженні освітніх проблем?*
- \* *Які функції притаманні історично-педагогічному дослідженню?*
- \* *Чи можна погодитися з точкою зору, що дослідник має справу не з історичним фактом, а лише з твердженням про нього?*
- \* *Чому суспільні зміни необхідно розглядати на тлі соціального фактора?*
- \* *Що спричиняє відмову від монокаузальності у представленні історичних явищ?*
- \* *Чи може історик бути абсолютно незалежним у своїх судженнях?*
- \* *Що є критерієм історичної істини?*
- \* *Що, на Вашу думку, детермінує історичний поступ людства?*
- \* *Які етапи охоплює історично-педагогічне дослідження?*
- \* *Якої стратегії варто дотримуватись у визначенні проблеми історично-педагогічного дослідження?*
- \* *Що можна сказати про узагальнення результатів історично-педагогічного дослідження?*
- \* *Які дослідження називають етнографічними?*
- \* *Які проблеми ефективно досліджуються за допомогою етнографічного дослідження?*
- \* *Які етапи охоплює бібліографічне педагогічне дослідження?*
- \* *Які методи використовують в порівняльно-педагогічних дослідженнях?*
- \* *Що таке case-дослідження?*
- \* *Що можна сказати про польові замітки в етнографічних дослідженнях?*
- \* *В чому специфіка узагальнень в етнографічних педагогічних дослідженнях?*



## **Завдання**

- \* Назвіть шляхи вивчення історично-педагогічного минулого.*
- \* Назвіть предмет історично-педагогічних досліджень.*
- \* Назвіть гіпотетичні результати історично-педагогічного дослідження, які дозволяють винести урок з минулих втрат і надбань.*
- \* Назвіть гіпотетичні результати історично-педагогічного дослідження, які дозволяють побачити, чи можна певні відомості використати в сучасних умовах.*
- \* Назвіть гіпотетичні результати історично-педагогічного дослідження, які дозволяють здійснити певне передбачення.*
- \* Назвіть гіпотетичні результати історично-педагогічного дослідження, які дозволяють перевірити гіпотезу стосовно певних зв'язків чи тенденцій.*
- \* Назвіть гіпотетичні результати історично-педагогічного дослідження, які дозволяють повніше усвідомити сучасну освітню практику і політику.*
- \* Запропонуйте класифікацію типових запитань історично-педагогічних досліджень, підкріпивши кожен групу власними прикладами.*
- \* Наведіть приклад застосування антикваризму в дослідженні освітніх проблем.*
- \* Наведіть приклад застосування презентатизму в дослідженні освітніх проблем.*
- \* Охарактеризуйте переваги і недоліки історично-педагогічного дослідження.*
- \* Назвіть характерні ознаки етнографічного дослідження.*
- \* Наведіть приклад етнографічного дослідження.*
- \* Проілюструйте переваги етнографічного дослідження.*
- \* Проілюструйте недоліки етнографічного дослідження.*
- \* Назвіть спільні ознаки, притаманні теоретичним педагогічним дослідженням.*

*\* Охарактеризуйте звичайне бібліографічне педагогічне дослідження.*

*\* Охарактеризуйте порівняльно-педагогічне дослідження.*

## **§ 22. З'ясування характеристик педагогічних об'єктів**

**Зовнішня валідність.** В емпіричних дослідженнях можна насамперед виділити ті, що спрямовуються на визначення характеристик об'єктів вивчення. В силу зазначених раніше причин у таких дослідженнях користуються інтегрованими оцінками. При цьому, як уже зазначалось, можливі два випадки. У першому випадку до дослідження залучаються усі об'єкти сукупності. А отже, обчислені інтегровані оцінки відображають досліджувані характеристики сукупності. У другому випадку до дослідження залучається тільки частина об'єктів вивчення, тобто вибірка із сукупності. Але якщо результати дослідження застосовуються тільки до групи об'єктів, із залученням яких вони отримані, то їх наукова цінність обмежена. Тому, отримавши емпіричні дані на вибірці, дослідник прагне поширити їх на сукупність. Але висновки, зроблені при цьому, характеризуються певною невизначеністю, відрізняючись за правдоподібністю від малоїмовірних до майже достовірних. Як наслідок, якби учені не володіли об'єктивними способами присвоєння ймовірностей тим висновкам, які вони роблять, то методи наукового пізнання, які вони використовують з цією метою, були б досить грубими.

Міра, до якої результати дослідження можуть бути узагальнені, перенесені з вибірки на сукупність, поширені на дещо видозмінені умови у порівнянні з тими, на тлі яких вони отримані, визначає їх зовнішню валідність. Чим чисельніша сукупність, на яку можна поширити результати дослідження, одержані на вибірці, тим важливішими вони є. Разом з тим, поширення результатів дослідження, отриманих на вибірці, на сукупність має певні обмеження, бо вибірка ніколи точно не відтворює сукупність. При цьому, коли ведуть мову про репрезентативність, то мають на увазі відповідність вибірки і сукупності стосовно параметрів, що суттєво позначаються на досліджуваних

характеристиках. Вважають, що найбільше шансів бути репрезентативною стосовно сукупності у простої випадкової вибірки. Проте ніхто не знає, чи буде утворена проста випадкова вибірка репрезентативною. Проте кожний може стверджувати, що така вибірка репрезентує сукупність у всіх відношеннях випадково.

З метою перевірки придатності одержаних на вибірці даних описувати характеристики сукупності розроблено відповідний математичний апарат. При цьому математичні методи статистичного аналізу емпіричних даних відрізняються між собою залежно від шкали, в якій одержано дані, та типу оцінки. Останнє, зокрема, ділить зазначені методи на параметричні (стосуються інтегрованих оцінок) та непараметричні (стосуються випадків невикористання інтегрованих оцінок).

### **Непараметричні методи статистичного аналізу категоріальних даних.**

Насамперед зазначимо, що не існує параметричних методів статистичного аналізу категоріальних даних.

*Загальні зауваження щодо застосування критерію Пірсона.* Перевірка статистичних гіпотез для категоріальних даних в основному здійснюється за допомогою  $\chi^2$ -критерію, запропонованого К. Пірсоном. За допомогою цього критерію перевіряється відповідність розподілу емпірично отриманих значень частоти досліджуваної характеристики з теоретичним розподілом значень її частоти. Слід зазначити, що зазначений критерій застосовний лише у випадку, коли жодна з емпіричних частот не є надто малою. Тому при застосуванні цього критерію крайні значення досліджуваної характеристики, частоти яких є звикло малими, об'єднують у розряди, щоб частота об'єданого розряду була не меншою 5. При порівнянні емпіричного розподілу з теоретичним використовують критерій:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - n_j^0)^2}{n_j^0}.$$

Нехай гральний кубик підкинуто 300 разів. Очікувана кількість випадання кожної грані – 50. У процесі експерименту для граней від 1 до 6 одержано значення: 43; 52; 45; 56; 49; 55. Щоб перевірити, чи є емпіричний розподіл частоти значень досліджуваної характеристики рівномірним, від значення емпіричної частоти віднімають значення теоретичної частоти, різницю підносять до квадрату і ділять на значення теоретичної (очікуваної) частоти; одержані результати додають і суму порівнюють з критичним значенням розподілу хі-квадрат з кількістю ступенів вільності 5.

Існують й інші методи перевірки емпіричного розподілу на відповідність певному гіпотетичному (теоретичному), зокрема це критерії Колмогорова – Смирнова тощо. Останній застосовується у випадку, коли постає завдання порівняти частотний розподіл неперервної випадкової величини з певним теоретичним розподілом.

*Висновки відносно частки у сукупності.* Частину елементів сукупності, яким притаманна досліджувана характеристика, позначають символом  $P$ , що відповідає кількості елементів, які володіють названою характеристикою, поділений на загальну кількість елементів сукупності. Нехай у вибірці з  $n$  елементів є  $f$  елементів, що володіють досліджуваною характеристикою. Це дозволяє ввести поняття частки у вибірці  $p = \frac{f}{n}$ . Зазначена частка приймає значення між 0 і 1. На основі обчисленого значення зазначеної частки для вибірки дослідник робить певне припущення щодо її значення у сукупності. Статистична гіпотеза, яка перевіряється, полягає у тому, що у сукупності частка  $P$  дорівнює деякому числу  $a$ , яке знаходиться між 0 і 1, тобто  $H_0: P = a$ . Для перевірки зазначеної гіпотези вимагається, щоб  $na > 5$ . Для перевірки зазначеної гіпотези використовують критерій:

$$z_e = \frac{p - a}{\sqrt{a(1-a)/n}}. \quad (22.1)$$

Критичними значеннями на рівні ймовірності  $\alpha$  є  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$ . Критичні значення беруть з таблиці «Функція, обернена до функції одиничного нор-

мального розподілу» (див. табл. 22.1). При цьому  ${}_{\alpha/2}z = - {}_{1-(\alpha/2)}z$ .  $H_0: P = a$  приймається, якщо  ${}_{\alpha/2}z \leq z_e \leq {}_{1-(\alpha/2)}z$ .

Таблиця 22.1. Функція, обернена до функції одиничного нормального розподілу

$p=1-\alpha/2$	0,95	0,975	0,995
$z$	1,645	1,960	2,576

*Висновки відносно  $P_1 - P_2$  для незалежних вибірок.* Нехай є дві сукупності, в яких частки елементів, що володіють досліджуваною характеристикою, позначені символами  $P_1$  і  $P_2$ . Якщо у першій вибірці кількість елементів, що володіють досліджуваною характеристикою, позначити через  $f_1$ , то їх частка у вибірці складає  $p_1 = \frac{f_1}{n_1}$ . Відповідно для другої вибірки  $p_2 = \frac{f_2}{n_2}$ . На основі значень  $p_1$  і  $p_2$  у вибірках дослідник формулює статистичну гіпотезу для сукупності  $H_0: P_1 = P_2$ . Для перевірки зазначеної гіпотези необхідно, щоб з першої сукупності утворювалася випадкова вибірка об'ємом  $n_1$ , а з другої – випадкова вибірка об'ємом  $n_2$ , і щоб для кожної сукупності  $n_i P_i > 5$ . Для перевірки зазначеної гіпотези використовують статистику:

$$z_e = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\left(\frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2}\right)\left(1 - \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2}\right)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}. \quad (22.2)$$

Критичними значеннями для перевірки цієї гіпотези є  ${}_{\alpha/2}z$  і  ${}_{1-(\alpha/2)}z$ . Критичні значення беруть з таблиці «Функція, обернена до функції одиничного нормального розподілу» (див. табл. 22.1). При цьому  ${}_{\alpha/2}z = - {}_{1-(\alpha/2)}z$ .  $H_0: P_1 = P_2$  приймається на рівні ймовірності  $\alpha$ , якщо  ${}_{\alpha/2}z \leq z_e \leq {}_{1-(\alpha/2)}z$ .

*Висновки відносно  $P_1 - P_2$  для залежних вибірок.* Найчастіше такого роду вибірки утворюють одні і ті ж об'єкти. Зокрема дослідник двічі («до» і «після») використовує одну і ту ж вибірку, скажімо, з'ясовуючи на початку і в кінці навчального року позитивне і негативне ставлення учнів до шкільної

лотереї. При цьому він фіксує  $a$  – кількість учнів, що змінили позитивне на негативне ставлення,  $b$  – кількість учнів, що не змінили позитивне ставлення,  $c$  – кількість учнів, що не змінили негативне ставлення,  $d$  – кількість учнів, що змінили негативне на позитивне ставлення. З урахуванням зазначеного видно, що кількість учнів, які позитивно ставилися до шкільної лотереї на початку навчального року  $f_1 = a + b$ . Кількість учнів, яка позитивно ставиться до шкільної лотереї на кінець навчального року становить  $f_2 = b + d$ . Частка таких учнів на початку навчального року і в його кінці складає відповідно  $p_1 = \frac{f_1}{n}$  і  $p_2 = \frac{f_2}{n}$ . Одержані у вибірці значення досліджуваної характеристики зручно представити так, як показано у таблиці (22.2). У наведеній таблиці рядкам 0 та 1 відповідають «до», стовпчикам 1 та 0 відповідають «після».

Таблиця 22.2. Кількість об'єктів, які володіють (1) чи не володіють (0) певною характеристикою до і після дії експериментального фактора

	0	1
1	$a$	$b$
0	$c$	$d$

На основі даних щодо  $p_1$  і  $p_2$  у випадково утворених вибірках необхідно зробити висновок відносно відповідних часток у сукупностях. З цією метою формулюється статистична гіпотеза. Оскільки відмінності між  $P_1$  і  $P_2$  обумовлюються відмінностями між кількістю тих, що змінили негативне ставлення до лотереї на позитивне, і навпаки, то нульова гіпотеза формулюється таким чином: кількість індивідів, що змінили позитивне на негативне ставлення, дорівнює кількості індивідів, що змінили негативне на позитивне ставлення.

Для перевірки гіпотези  $H_0: P_1 = P_2$  використовують статистику:

$$z_e = \frac{d - a}{\sqrt{d + a}}. \quad (22.3)$$

Критичними значеннями на рівні ймовірності  $\alpha$  є точки  $_{\alpha/2} z$  і  $_{1-(\alpha/2)} z$ .

$H_0: P_1 = P_2$  приймається на рівні  $\alpha$ , якщо  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq_{1-(\alpha/2)}z$ . Зазначені критичні значення беруть з таблиці «Функція, обернена до функції одиничного нормального розподілу» (див. табл. 22.1). При цьому  $_{\alpha/2}z = -_{1-(\alpha/2)}z$ . Потрібно зазначити, що описаною методикою користуються тоді, коли  $d + a > 10$ .

Для перевірки такого роду статистичних гіпотез використовують також критерій *Мак-Німара*:

$$\chi_e^2 = \frac{(|a - d| - 1)^2}{a + d}. \quad (22.4)$$

Для таблиць такого розміру число ступенів вільності  $df = 1$ . Критичні значення для перевірки гіпотези беруть з таблиці «Процентні точки розподілу  $\chi^2$ ». Нульова гіпотеза на вибраному рівні ймовірності  $\alpha$  приймається, якщо емпіричне значення зазначеного критерію менше за критичне.

### **Непараметричні методи статистичного аналізу порядкових даних.**

Непараметричний *U-критерій Манна-Уїтні* дозволяє оцінити статистичну значущість відмінностей у незалежних репрезентативних вибірках чисельністю від 3 до 60 осіб, якщо дані представлені у порядковій шкалі. Для цього об'єкти двох вибірок зводять в одну, упорядковують їх від найменшого до найбільшого значення досліджуваної характеристики і приписують їм відповідні ранги. Тоді об'єкти знову розводять по двох вибірках з тими рангами, які їм приписали у спільній вибірці. Емпіричне значення *U-критерію* для перевірки статистичної гіпотези про те, що емпіричні дані у двох вибірках статистично значущо не відрізняються, визначається із співвідношення:

$$U_e = (n_1 n_2) + \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x, \quad (22.5)$$

де  $n_1$  – об'єм першої вибірки,  $n_2$  – об'єм другої вибірки,  $T_x$  – більша з рангових сум після отримання об'єктами нових рангів,  $n_x$  – об'єм вибірки з більшою сумою рангів.

Критичне значення критерію беруть з таблиці (22.3).

Таблиця 22.3. Критичні значення *U-критерію Манна – Уїтні* для перевірки не-направлених гіпотез для  $\alpha = 0,05$

$n_1/n_2$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	2										
6	3	5									
7	5	6	8								
8	6	8	10	13							
9	7	10	12	15	17						
10	8	11	14	17	20	23					
11	9	13	16	19	23	26	30				
12	11	14	18	22	26	29	33	37			
13	12	16	20	24	28	33	37	41	45		
14	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	
15	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64

Нульова гіпотеза щодо відсутності статистично значущої відмінності між масивами даних у двох вибірках приймається, якщо емпіричне значення критерію менше за критичне значення.

Для трьох незалежних вибірок попарно використовують  $U$ -критерій. Якщо необхідно порівняти більшу кількість масивів даних, одержаних на незалежних вибірках, то використовують  $H$ -критерій Краскела-Уоллеса. У цьому випадку, як і в попередньому, вибірки спочатку об'єднуються в одну, значення досліджуваної характеристики впорядковують за принципом від найменшого до найбільшого, членам об'єднаної вибірки приписують ранги, після чого об'єкти знову розносяться з приписаними їм рангами у свої попередні вибірки. При обчисленні емпіричного значення критерію перевірки статистичної гіпотези користуються співвідношенням:

$$H_e = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{k=1}^N \frac{r_k^2}{n_k} - 3(n+1), \quad (22.6)$$

де  $r_k$  – сума рангів у групі  $k$ ,  $N$  – кількість груп,  $n_k$  – об'єм групи  $k$ ,  $n$  – об'єм об'єднаної вибірки.

Для визначення критичного значення критерію перевірки статистичної гіпотези на рівні  $\alpha$  використовують розподіл  $\chi^2$ . Кількість ступенів вільності при цьому визначається з розрахунку  $N - 1$ . Якщо емпіричне значення критерію більше критичного, то на вибраному рівні достовірності нульова



гіпотеза щодо відсутності статистично значущої відмінності між масивами даних відхиляється.

**Непараметричні методи статистичного аналізу кількісних даних.** У випадку порівняння двох масивів даних, отриманих на незалежних репрезентативних вибірках у шкалі інтервалів чи відношень, для перевірки статистичної гіпотези (у випадку невикористання інтегрованих оцінок) щодо їх відмінності користуються критерієм Mann-Whitney (U). У випадку порівняння більшої кількості масивів даних, одержаних у цих же шкалах на незалежних вибірках, користуються критерієм Kruscal-Wallis (H). Якщо масиви даних отримані у шкалі інтервалів чи відношень на двох залежних вибірках, то користуються Sign Test'ом. Якщо масиви даних одержані у цих же шкалах на більшій кількості залежних вибірок, то користуються Friedman Two-Way Analysis of Variance.

Слід зазначити, що непараметричні методи перевірки статистичних гіпотез для масивів даних, одержаних у шкалі інтервалів і відношень, використовуються не часто, оскільки для них розроблені методи параметричної статистики, які передбачають обчислення інтегрованих оцінок для даних, одержаних на вибірці. До таких інтегрованих оцінок у першу чергу відносяться середнє арифметичне і дисперсія.

**Висновки щодо середнього значення сукупності.** Нехай у процесі дослідження отримано середнє значення вимірюваної величини  $\bar{x}$ . З попередніх досліджень відомо, що середнє значення  $\mu$  сукупності, у межах якої одержано вибіркоче значення  $\bar{x}$ , дорівнює  $a$ . У зв'язку з цим постає запитання, чи підтверджують одержані емпіричні дані той факт, що

$$H_0: \mu = a$$

При цьому припускається, що величина  $X$  у сукупності нормально розподілена, а вибірка репрезентативна. Дисперсія величини  $X$  у сукупності невідома. Статистична гіпотеза  $H_0$  у цьому випадку перевіряється за допомогою статистики:

$$t_e = \frac{\bar{x} - a}{s_x / \sqrt{n}}, \quad (22.7)$$

де  $s_x$  – стандартне відхилення значень величини  $X$ ;  $n$  – об’єм вибірки.

Критичними значеннями для перевірки  $H_0: \mu = a$  на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n - 1$  ступенем вільності є точки  $-\alpha/2 t_{n-1}$  і  $\alpha/2 t_{n-1}$ . Критичні значення для  $t$  беруть із таблиці «Процентні точки розподілу Стьюдента» (див. табл. 22.4).

Таблиця 22.4. Процентні точки розподілу Стьюдента

	5%	2,5%	0,5%
1	6,314	12,71	63,66
2	2,920	4,303	9,925
3	2,353	3,182	5,841
4	2,132	2,776	4,604
5	2,015	2,571	4,032
6	1,943	2,447	3,707
7	1,895	2,365	3,500
8	1,860	2,306	3,355
9	1,833	2,262	3,250
10	1,813	2,228	3,169

По вертикалі у наведеній таблиці подається число ступенів вільності.  $H_0$  приймається, якщо  $-\alpha/2 t_{n-1} \leq t_e \leq \alpha/2 t_{n-1}$ .

Тільки що розглянуто один з можливих випадків, а саме: двосторонньої перевірки нульової гіпотези з використанням даних, зібраних на малій вибірці.

Загалом перевірка статистичних гіпотез щодо середнього значення досліджуваної величини для сукупності об’єктів вивчення на рівні  $\alpha$  передбачає процедури, відзначені у таблицях (22.5) і (22.6).

Таблиця 22.5. Перевірка середнього: випадок однієї малої вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_0$ $H_1: \mu_1 < \mu_0$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_0$ $H_1: \mu_1 > \mu_0$	$H_0: \mu_1 = \mu_0$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_0$
статистика перевірки	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$		

кількість ступенів вільності	$n - 1$		
відхилення $H_0$	$t < -t_\alpha$	$t > t_\alpha$	$ t  > t_{\alpha/2}$

Таблиця 22.6. Перевірка середнього: випадок однієї великої вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_0$ $H_1: \mu_1 < \mu_0$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_0$ $H_1: \mu_1 > \mu_0$	$H_0: \mu_1 = \mu_0$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_0$
статистика перевірки	$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$		
ступені вільності	-		
відхилення $H_0$	$z < -z_\alpha$	$z > z_\alpha$	$ z  > z_{\alpha/2}$

**Висновки щодо  $\mu_1 - \mu_2$  у випадку незалежних вибірок.** Нехай у процесі дослідження з двох сукупностей, в яких досліджувана величина  $X$  нормально розподілена, утворено дві репрезентативні незалежні вибірки і одержано відповідно два середні значення досліджуваної величини  $\bar{x}_1$  і  $\bar{x}_2$ . На основі одержаних значень дослідник ставить перед собою завдання порівняти середні значення досліджуваної величини для сукупностей. З цією метою він формулює статистичну гіпотезу:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

і перевіряє її за допомогою  $t$ -критерія Стюдента, який дає надійні результати у випадку нечисельних вибірок. При цьому припускається, що дисперсії значень величини у двох сукупностях рівні. Перевірка гіпотези  $H_0$  здійснюється за допомогою критерію:

$$t_e = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}. \quad (22.8)$$

Для перевірки  $H_0$  на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n_1 + n_2 - 2$  ступенем вільності користуються критичними значеннями  $-_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$  і  $_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$ . Якщо  $-_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$ , то  $H_0$  приймається.

Наведені вище міркування стосуються часткового випадку двосторонньої перевірки статистичної гіпотези стосовно рівності двох середніх значень, одержаних для малих вибірок. Загалом перевірка статистичних гіпотез стосовно рівності двох середніх значень передбачає процедури, наведені у таблицях (22.7) і (22.8).

Таблиця 22.7. Перевірка середнього: випадок двох малих вибірок

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
статистика перевірки	$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{s^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$ ; $s^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}$		
кількість ступенів вільності	$n_1 + n_2 - 2$		
відхилення $H_0$	$t < -t_\alpha$	$t > t_\alpha$	$ t  > t_{\alpha/2}$

Таблиця 22.8. Перевірка середнього: випадок двох великих вибірок

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
статистика перевірки	$z = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$		
ступені вільності	-		
відхилення $H_0$	$z < -z_\alpha$	$z > z_\alpha$	$ z  > z_{\alpha/2}$

**Висновки щодо  $\mu_1 - \mu_2$  у випадку залежних вибірок.** Цей випадок відрізняється від попереднього лише тим, що репрезентативні вибірки утворюються із залежних сукупностей. Дві залежні вибірки завжди можна представити таким чином, щоб знайти кожному елементу вибірки 1 відповідний елемент вибірки 2. Позначимо  $x_{i_1} - x_{i_2} = d_i$ . Тоді для перевірки нульової гіпотези щодо  $\mu_1 - \mu_2$  використовують критерій:

$$t_e = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}, \quad (22.9)$$

$$\text{де } s_d = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(d_i - \bar{d})^2}{n-1}}, \quad \bar{d} = \sum_{i=1}^n d_i / n$$

Для перевірки  $H_0$  на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n - 1$  ступенем вільності користуються критичними значеннями  $-_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$  і  $_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$ . Якщо  $-_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$ , то  $H_0$  приймається.

Загалом у випадку залежних вибірок користуються співвідношеннями, наведеними у таблиці (22.9).

Таблиця 22.9. Перевірка середнього: залежні вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_D \geq D_0$ $H_1: \mu_D < D_0$	$H_0: \mu_D \leq D_0$ $H_1: \mu_D > D_0$	$H_0: \mu_D = D_0$ $H_1: \mu_D \neq D_0$
статистика перевірки	$t = \frac{\bar{d} - D_0}{s_D / \sqrt{n_D}}$		
кількість ступенів вільності	$n_D - 1$		
відхилення $H_0$	$t < -t_\alpha$	$t > t_\alpha$	$ t  > t_{\alpha/2}$

Якщо дослідник хоче порівняти два навчальні завдання тощо, пропонуючи їх одним і тим же суб'єктам, то одержані дані (скажімо, успішності) уже не будуть незалежними. У наведеній таблиці  $d_i$  – різниця значень вимірюваної величини у  $i$ -ого суб'єкта, які є результатом впливу двох різних рівнів одного і того ж фактора,  $\bar{d}$  – середнє арифметичне  $d_i$ ,  $D_0$  – наперед задане значення середнього арифметичного зазначеної різниці у сукупності,  $n_D$  – об'єм вибірки.

Зазначеними співвідношеннями можна користуватись у тих випадках, коли різниці розподілені нормально. Якщо вимога нормальності розподілу різниць не задовольняється, то використовують непараметричний тест ряду знаків Уїлкоксона.

Слід зазначити, що в емпіричній практиці найчастіше стикаються з залежними вибірками у випадку лонгіт'юдних досліджень. В одноразовому обстеженні інформація збирається одноразово, хоча цей процес може тривати як один день, так і декілька тижнів. Лонгіт'юдне обстеження ставить за мету зібрати інформацію впродовж певного відрізка часу для того, щоб відстежити часові зміни. Відстежуючи, наприклад, академічний і соціальний розвиток індивідів, ми можемо утворити вибірки з середовищ низького і високого соціально-економічного статусу і оцінювати їхній академічний рівень за допомогою обстеження різних параметрів через кожні півроку протягом десяти років. Результати такого дослідження дають цінну кількісну чи якісну інформацію стосовно відмінностей у розвитку різних груп. У класичних лонгіт'юдних дослідженнях використовують тенденційні, когортні і панельні обстежувальні плани.

Нехай дослідник впродовж певного відрізка часу цікавиться ставленням директорів шкіл до використання гнучкого розкладу занять. Щоб дати відповідь на поставлене запитання, він кожного року утворює вибірку директорів з сукупності (яка дещо змінюється) і проводить відповідне опитування. Хоча сукупність з часом змінюється, якщо в процесі утворення вибірок використовується випадковий відбір, відповіді, отримані кожного року, можна

вважати репрезентативними стосовно сукупності. В такому випадку дослідник може порівняти відповіді, отримані кожного року, і встановити, чи має місце та чи інша тенденція.

У когортному дослідженні сукупність залишається незмінною впродовж дослідження. Якщо дослідник ставить за мету дослідити зростання впродовж року ефективності викладання учителів, які закінчили минулого року той чи інший університет, то він складає їх список і утворює з них різні вибірки у різні моменти часу.

У панельному дослідженні дослідник утворює вибірку на його початку. Потім він обстежує одних і тих же індивідів у різні моменти часу. Оскільки дослідник досліджує тих же індивідів, він може помітити зміни у їхніх характеристиках чи поведінці і пояснити причини наявних змін. Проте суттєвою проблемою такого дослідного плану є втрата індивідів у процесі дослідження. Це особливо актуально, коли дослідження триває значний відрізок часу.

Головною вадою лонгит'юдного дослідження, крім очевидного браку контролю, рандомізації і стандартизації, є тривалість дослідження і пов'язані з нею зміни у групах та енергетичні витрати на проведення такого дослідження. Як наслідок, у міжсекційних дослідженнях реалізується один із шляхів зменшення тривалості дослідження шляхом обстеження різних вікових груп (наприклад групи 3-річних, 6-річних і 9-річних дітей) в один і той же час замість того, щоб робити це протягом природних вікових змін однієї групи. Водночас при цьому потрібно пам'ятати, що різні групи могли розвиватися у дещо різних умовах. У міжпослідовних дослідженнях комбінують методи лонгит'юдного і міжсекційного досліджень з метою скорочення терміну дослідження. Зокрема групи 3-річних, 6-річних і 9-річних дітей можуть обстежуватися протягом трьох років для того, щоб переконатися, що 3-річні через 3 роки матимуть той же розвиток, що 6-річні 3 роки тому.

**Висновки відносно дисперсії сукупності.** Нехай з попередніх досліджень відомо, що дисперсія  $\sigma_x^2$  величини  $X$  у сукупності дорівнює дея-

кому числу  $a$ . За результатами виконаного дослідження обчислено значення дисперсії  $s_x^2$ . Перед дослідником постає запитання: чи підтверджують одержані емпіричні дані відомий факт щодо значення дисперсії вимірюваної величини у сукупності. Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно перевірити статистичну гіпотезу  $H_0 : \sigma_x^2 = a$ . При цьому приймається, що величина  $X$  нормально розподілена у сукупності, а вибірка об'ємом  $n$ , на основі якої оцінюється  $\sigma_x^2$ , є репрезентативною. Для перевірки  $H_0 : \sigma_x^2 = a$  використовується статистика:

$$\chi_e^2 = \frac{(n-1)s_x^2}{a}. \quad (22.10)$$

На рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n-1$  ступенем вільності критичними точками для перевірки зазначеної гіпотези є  $_{1-(\alpha/2)}\chi_{n-1}$  і  $_{\alpha/2}\chi_{n-1}$ . Критичні значення для перевірки зазначеної гіпотези беруть з таблиці «Процентні точки розподілу  $\chi^2$ » (див табл. 22.10). По вертикалі у наведеній таблиці подається число ступенів вільності.  $H_0 : \sigma_x^2 = a$  приймається, якщо  $_{1-(\alpha/2)}\chi_{n-1} \leq \chi_e^2 \leq _{\alpha/2}\chi_{n-1}$ .

Таблиця 22.10. Процентні точки розподілу  $\chi^2$

	99,5%	97,5%	95%	5%	2,5%	0,5%
10	2,156	3,247	3,940	18,31	20,48	25,19
20	7,434	9,591	10,85	31,41	34,17	40,00
30	13,79	16,79	18,49	43,77	46,98	53,67
40	20,71	24,43	26,51	55,76	59,34	66,77
50	27,99	32,36	34,76	67,51	71,42	79,49
60	35,54	40,48	43,19	79,08	83,30	91,95
70	43,28	48,76	51,74	90,53	95,02	104,2
80	51,17	57,15	60,39	101,9	106,6	116,3
90	59,20	65,65	69,13	113,1	118,1	128,3

Наведені вище міркування стосуються випадку двосторонньої перевірки статистичних гіпотез відносно значення дисперсії сукупності. Узагальнені процедури щодо перевірки такого роду гіпотез наводяться у таблиці (22.11).

Таблиця 22.11. Перевірка дисперсії у випадку однієї вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
--	------------------------	--	-----------------------



гіпотези	$H_0: \sigma^2 \geq \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 < \sigma_0^2$	$H_0: \sigma^2 \leq \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 > \sigma_0^2$	$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 \neq \sigma_0^2$
статистика перевірки	$\chi^2 = \frac{s^2(n-1)}{\sigma_0^2}$		
кількість ступенів вільності	$n - 1$		
відхилення $H_0$	$\chi^2 < \chi_{1-\alpha}^2$	$\chi^2 > \chi_{\alpha}^2$	$\chi_{\alpha/2}^2 < \chi^2 < \chi_{1-\alpha/2}^2$

**Висновки відносно  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  для незалежних вибірок.** У задачах такого типу припускається, що  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ . Приймається також, що вибірка об'ємом  $n_1$  випадково утворюється у межах сукупності з  $\mu_1$  і  $\sigma_1^2$ . Незалежна випадкова вибірка об'ємом  $n_2$  утворюється у межах сукупності з  $\mu_2$  і  $\sigma_2^2$ . Для перевірки зазначеної гіпотези використовують критерій:

$$F_e = \frac{s_1^2}{s_2^2}. \quad (22.11)$$

Критичними значеннями на рівні ймовірності  $\alpha$  є точки  $_{\alpha/2} F_{n_1-1, n_2-1}$  і  $_{1-(\alpha/2)} F_{n_1-1, n_2-1}$ . При цьому  $_{1-(\alpha/2)} F_{n_1-1, n_2-1} = \frac{1}{_{\alpha/2} F_{n_2-1, n_1-1}}$ . Гіпотеза  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  приймається, якщо  $\frac{1}{_{\alpha/2} F_{n_2-1, n_1-1}} \leq F_e \leq _{\alpha/2} F_{n_1-1, n_2-1}$ . Критичні значення беруть із таблиці «Процентні точки F-розподілу» (див. табл. 22.12).

Таблиця 22.12. Процентні точки F-розподілу

		10	20	30	40
0,5%	10	5,847	5,274	5,071	4,966
0,5%	20	3,847	3,319	3,123	3,022
0,5%	30	3,344	2,823	2,628	2,524
0,5%	40	3,117	2,598	2,402	2,296
2,5%	10	3,717	3,419	3,311	3,255
2,5%	20	2,774	2,465	2,349	2,287
2,5%	30	2,511	2,195	2,074	2,009

2,5%	40	2,388	2,068	1,943	1,875
5%	10	2,978	2,774	2,700	2,661
5%	20	2,348	2,124	2,039	1,994
5%	30	2,165	1,932	1,841	1,792
5%	40	2,077	1,839	1,744	1,693

У наведеній таблиці по горизонтальній осі відкладено число ступенів вільності першої вибірки, по вертикальній осі – число ступенів вільності другої вибірки.

У таблиці (22.13) наводиться процедура перевірки статистичних гіпотез стосовно рівності двох дисперсій у випадках одностороннього та двостороннього критеріїв. Перевірка зазначених гіпотез побудована на припущеннях, що вибірки незалежні, а досліджувана величина у сукупностях нормально розподілена.

Таблиця 22.13. Перевірка рівності дисперсій у випадку двох вибірок

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2$	$H_0: \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
статистика перевірки	$F = \frac{s_2^2}{s_1^2}$	$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$	$F$ = $\frac{\text{більше значення дисперсії}}{\text{менше значення дисперсії}}$
кількість ступенів вільності	$df_1 = n_1 - 1; df_2 = n_2 - 1$		
відхилення $H_0$	$F > F_\alpha$		$F > F_{\alpha/2}$

**Висновки відносно  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  для залежних вибірок.** У випадку двох залежних вибірок однакового об'єму з нормальним розподілом досліджуваної величини у сукупностях статистична гіпотеза  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  перевіряється за допомогою критерію:

$$t_e = \frac{s_1^2 - s_2^2}{\sqrt{\frac{4s_1^2 s_2^2}{n-2} (1-r_{12}^2)}}. \quad (22.12)$$

У записаному співвідношенні  $n$  – кількість пар спостережень,  $r_{12}$  – коефіцієнт кореляції, знайдений для  $n$  пар спостережень. Для перевірки гіпотези на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n-2$  ступенем вільності користуються критичними значеннями  $-\alpha/2 t_{n-2}$  і  $\alpha/2 t_{n-2}$ . Критичні значення для  $t$  беруть із таблиці «Процентні точки розподілу Стюдента».  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  приймається, якщо  $-\alpha/2 t_{n-2} \leq t_e \leq \alpha/2 t_{n-2}$ .

### **Запитання**

- \* Чи можна поширювати результати дослідження на сукупність, відмінну від тієї, у межах якої було утворену вибірку?
- \* Які висновки можна зробити з того факту, що проста випадкова вибірка репрезентує сукупність, у межах якої вона утворена, в усіх відношеннях випадково?
- \* Як перевіряється гіпотеза рівномірності розподілу емпіричних частот?
- \* Як перевіряється гіпотеза щодо тотожності двох розподілів емпіричних частот?
- \* Як перевіряється гіпотеза щодо статистично значущої відмінності двох значень емпіричних частот для двох розподілів?
- \* У яких випадках використовують біноміальний критерій?
- \* Якими будуть критичні значення для односторонньої перевірки статистичної гіпотези щодо рівності дисперсій у випадку залежних вибірок?
- \* Якими будуть критичні значення для односторонньої перевірки статистичної гіпотези щодо частки сукупності та рівності часток сукупностей для незалежних і залежних вибірок?

### **Завдання**

- \* Наведіть приклад вибірки, яка є одночасно репрезентативною і не репрезентативною щодо сукупності, у межах якої вона утворена.
- \* Проілюструйте перевірку емпіричного розподілу частоти на відповідність розподілу Пуассона.
- \* Проілюструйте методику використання критерію Манна-Уїтні.
- \* Проілюструйте методику використання критерію Краскела-Уоллеса.
- \* Опрацюйте непараметричні методи статистичного аналізу кількісних даних.
- \* Проілюструйте у роботі непараметричні методи статистичного аналізу кількісних даних.
- \* У дослідженні виконано 11 вимірювань деякої величини  $X$ . Запишіть критичні значення  $t$  на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$ .
- \* Нехай за результатами опитування в одному з навчальних закладів одержано такі дані: із 80 жінок 29 задоволені роботою, 36 – незадоволені, 15 – не визначилися. Із 40 чоловіків 14 задоволені роботою, 24 – не задоволені, 2 – не визначилися. Перевірте гіпотезу щодо можливого зв'язку задоволення педагогічною працею із статтю педагогів на рівні ймовірності  $\alpha = 0,025$ .
- \* Нехай за результатами виконаного дослідження  $t_e = 2,02$ . Що можна сказати про середні значення двох сукупностей на рівні ймовірності  $\alpha = 0,1$ , якщо вибірки, утворені з них, містять по 5 елементів?
- \* Проілюструйте методику перевірки статистичної гіпотези щодо двох середніх значень, одержаних на залежних вибірках.
- \* Опрацюйте методику використання критерію Вілкоксона для перевірки статистичних гіпотез щодо  $\mu_1 - \mu_2$ .
- \* Знайдіть критичні значення для перевірки статистичної гіпотези стосовно дисперсії сукупності на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$  для дослідження, що містить 21 спостереження.
- \* Знайдіть критичні значення для перевірки статистичної гіпотези щодо рівності дисперсій двох сукупностей на рівні ймовірності  $\alpha = 0,5\%$ , якщо

об'єм першої вибірки 21 спостереження, а об'єм другої вибірки – 31 спостереження.

\* Поясніть, чому у співвідношенні (22.12) число ступенів вільності дорівнює  $n - 2$ .

\* Знайдіть критичні значення для перевірки статистичної гіпотези  $H_0: P = a$  на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$ .

\* Обчисліть емпіричне значення статистики для перевірки гіпотези  $H_0: P_1 = P_2$  для  $n_1 = 100; n_2 = 120; f_1 = 60; f_2 = 80$ .

\* Перевірте статистичну гіпотезу  $H_0: P_1 = P_2$  на рівні ймовірності  $\alpha = 0,01$  якщо  $a = 26; b = 8; c = 16; d = 10$ .

### § 23. Виявлення кореляційного зв'язку між характеристиками

**Природа кореляційного дослідження.** Якщо залучити до дослідження  $n$  об'єктів вивчення і обстежувати у них щонайменше дві характеристики без впливу на них, то може виявитися, що значення обстежуваних характеристик синхронно змінюються. Цей факт свідчить про наявність певного зв'язку між характеристиками. Зазначений зв'язок носить назву кореляційного. Якщо встановлено кореляційний зв'язок між двома характеристиками, то це означає, що значення однієї з них у межах певного інтервалу значень пов'язані певним чином зі значеннями іншої у межах певного інтервалу значень. Якщо більшим значенням характеристики  $X$  відповідають більші значення характеристики  $Y$ , а меншим значенням характеристики  $X$  відповідають менші значення характеристики  $Y$ , то вважають, що між ними існує позитивний кореляційний зв'язок. Якщо більшим значенням характеристики  $X$  відповідають менші значення характеристики  $Y$ , а меншим значенням характеристики  $X$  відповідають більші значення характеристики  $Y$ , то кажуть, що між ними існує негативний кореляційний зв'язок. Прикладом позитивного кореляційного зв'язку можна вважати зв'язок між тривалістю навчання та заробітною платнею. Негативно корелюють самооцінка та параноїдальні властивості індивіда. Якщо значення

характеристики  $X$  ніяк не пов'язані зі значеннями характеристики  $Y$ , то між ними відсутній кореляційний зв'язок. Якщо характеристики не корелюють, то немає можливості, знаючи значення однієї з них, щось певне сказати про значення іншої.

Характер зв'язку між характеристиками об'єктів вивчення може бути складніший, ніж той, що описаний вище. Насамперед зв'язок між характеристиками може бути відмінний від лінійного. До того ж, характер зв'язку може змінюватися для різних значень характеристик. Зокрема спочатку із збільшенням лікувальних доз хвороба регресує, але після певного критичного значення збільшення доз призводить до її прогресу.

Кореляційний зв'язок вказує на те, що дві характеристики проявляють тенденцію до синхронних змін. Але знаючи, що дві характеристики корелюють, не можна стверджувати, що зміна однієї з них спричиняє зміну іншої. Цим кореляційний зв'язок відрізняється від причинно-наслідкового, якому притаманний напрям зв'язку між досліджуваними характеристиками. Більше того, дві характеристики корелюють, бо вони внутрішньо пов'язані між собою (але дія сторонніх факторів розмиває цей зв'язок) або існують фактори, зміна яких спричиняє зміну кожної з двох розглядуваних характеристик. Якщо внутрішнього зв'язку чи зовнішнього фактора немає, або дія декількох факторів по-різному спрямована, то кореляційний зв'язок між досліджуваними характеристиками відсутній або ледь помітний.

Кореляційний зв'язок між характеристиками встановлюють за допомогою кореляційного дослідження. Дослідження, в якому встановлюється зв'язок між характеристиками об'єктів вивчення без будь-якого впливу на них, носить назву кореляційного. У найпростішій формі кореляційне дослідження пов'язане з встановленням зв'язку між двома характеристиками, хоча дослідження зв'язку між трьома і більшою кількістю характеристик є схожим.

Кореляційне дослідження інколи називають дескриптивним, оскільки з його використанням описується зв'язок між характеристиками, мірою якого є

коефіцієнт кореляції. Коефіцієнт кореляції – двомірна описова статистика, кількісна міра спільної мінливості двох характеристик, що приймає значення у діапазоні від  $-1$  до  $+1$ . Коефіцієнт кореляції вказує на міру зв'язку між характеристиками, але, як зазначалось вище, не дає жодних підстав для твердження, що зміна характеристики  $X$  викликає зміни характеристики  $Y$  чи навпаки. Варто наголосити, що коефіцієнт кореляції слугує мірою зв'язку тільки у випадку лінійної кореляції між характеристиками. У випадку нелінійної кореляції у якості міри зв'язку використовують кореляційне відношення. Крім міри зв'язку між характеристиками, коефіцієнт кореляції, як уже зазначалось, знаходить широке застосування при перевірці інструментарію на валідність і надійність.

У випадку критичних значень коефіцієнта кореляції можна вести мову про причинно-наслідковий зв'язок між досліджуваними характеристиками. Сила зв'язку досягає максимуму у випадку гіпотетичного функціонального зв'язку. Проте навіть у випадку дослідження фізичних об'єктів емпіричний зв'язок між величинами відрізняється від функціонального внаслідок дії неврахованих чи невідомих факторів. У педагогіці при вивченні взаємозв'язку характеристик об'єктів вивчення з поля зору дослідників неминуче випадають можливі причини їх мінливості. У результаті вони переважно мають справу з кореляційно пов'язаними характеристиками.

Мають місце випадки, коли результати кореляційного дослідження трактують неадекватно. Насамперед, якщо коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, то це ще не означає, що між досліджуваними характеристиками відсутній кореляційний зв'язок; такий зв'язок може бути нелінійного характеру. Більше того, якщо кореляційний зв'язок між досліджуваними характеристиками дійсно відсутній чи ледь помітний, то це не завжди вказує на відсутність фактора спільної дії, оскільки можливі випадки розбалансованої дії їх низки. Близьке до  $1$  значення коефіцієнта кореляції інколи провокує дослідників до ототожнення кореляційного зв'язку між характеристиками з причинно-наслідковим, що має

своїм наслідком їх диференціацію на незалежну і залежну змінні. Такі дії, безперечно, ведуть до спотворення суті педагогічних явищ та спрощення їх складної природи. Якщо між двома характеристиками існує кореляційний зв'язок, але відсутній причинно-наслідковий зв'язок, то це є свідченням того, що вони пов'язані з третьою прихованою характеристикою, з'ясування якої сприяє розкриттю природи досліджуваного явища.

Кореляційний зв'язок між характеристиками, як правило, визначають у випадку залучення до дослідження  $n$  об'єктів вивчення. Проте це не означає, що зв'язок між характеристиками не можна встановити, виконавши  $n$  обстежень з одним об'єктом вивчення.

**Обчислення кореляційного зв'язку.** Якщо змінні  $X$  і  $Y$  виміряні у метричній (інтервальній чи відношень) шкалі, то коефіцієнт кореляції (К. Пірсона) обчислюється із співвідношення:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}, \quad (23.1)$$

де  $n$  – об'єм вибірки.

Коефіцієнт кореляції Пірсона коректно передає міру лінійного кореляційного зв'язку між величинами, якщо вони незалежні, неперервні і нормально розподілені.

Якщо характеристики  $X$  і  $Y$  зафіксовані у порядковій шкалі то для обчислення кореляційного зв'язку між ними (коефіцієнт кореляції Ч. Спірмена) користуються співвідношенням:

$$r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (23.2)$$

де  $n$  – об'єм вибірки.

Використання останнього співвідношення нашоується на труднощі, якщо при упорядкуванні дослідник приписує однакові (середні) ранги декільком об'єктам вибірки.



Якщо характеристики  $X$  і  $Y$  ідентифіковані у номінальній шкалі (а саме, приймають умовні значення  $0$  і  $1$ ), то кореляційний зв'язок між ними обчислюють за допомогою:

$$r = \frac{bc - ad}{\sqrt{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}}, \quad (23.3)$$

де  $a$  – кількість об'єктів, що мають  $0$  по  $X$  і  $1$  по  $Y$ ;

$b$  – кількість об'єктів, що мають  $1$  по  $X$  і  $1$  по  $Y$ ;

$c$  – кількість об'єктів, що мають  $0$  по  $X$  і  $0$  по  $Y$ ;

$d$  – кількість об'єктів, що мають  $1$  по  $X$  і  $0$  по  $Y$ .

Варто зазначити, що перелічені показники зручно одержати, якщо первинні оцінки представити у вигляді крос-таблиці (по горизонталі якої відкладають значення змінної  $X$  ( $0$ ;  $1$ ), по вертикалі – значення змінної  $Y$  ( $0$ ;  $1$ ), а в комірках таблиці записують кількість об'єктів, що мають відповідні значення по  $X$  і по  $Y$ ). До зазначеного потрібно додати, що останнє співвідношення задовільно працює, якщо кількість  $0$  і  $1$  для кожної змінної приблизно однакова.

Якщо характеристика  $X$  ідентифікується у дихотомічній шкалі, набуваючи значень  $0$  та  $1$ , а характеристика  $Y$  фіксується у порядковій шкалі, то за відсутності зв'язаних рангів для обчислення кореляційного зв'язку між ними користуються співвідношенням:

$$r = \frac{2}{n}(\bar{y}_{.1} - \bar{y}_{.0}), \quad (23.4)$$

де  $n$  – кількість об'єктів вибірки;

$\bar{y}_{.1}$  – середній ранг об'єктів для  $x = 1$ ;

$\bar{y}_{.0}$  – середній ранг об'єктів для  $x = 0$ .

Якщо характеристика  $X$  ідентифікується у дихотомічній шкалі, набуваючи значень  $0$  та  $1$ , а величина  $Y$  вимірюється у метричній (інтервалів чи відношень) шкалі, то для обчислення кореляційного зв'язку між ними використовують співвідношення:

$$r = \frac{\bar{y}_{.1} - \bar{y}_{.0}}{s_y} \sqrt{\frac{n_1 n_0}{n(n-1)}}, \quad (23.5)$$

де  $\bar{y}_{.1}$  – середнє значення для об’єктів, для яких  $x = 1$ ;

$\bar{y}_{.0}$  – середнє значення для об’єктів, для яких  $x = 0$ ;

$s_y$  – стандартне відхилення для  $n$  об’єктів;

$n_1$  – кількість об’єктів для яких  $x = 1$ ;

$n_0$  – кількість об’єктів для яких  $x = 0$ ;

$n = n_1 + n_0$ .

Для випадку, коли змінна  $X$  зафіксована у порядковій шкалі, а змінна  $Y$  – виміряна у метричній (інтервалів чи відношень) шкалі, не розроблено коректного методу обчислення кореляційного зв’язку між ними. У такому випадку значення величини  $Y$  перетворюють у ранги і знаходять значення коефіцієнта кореляції для змінних  $X$  і  $Y$ , зафіксованих у порядковій шкалі.

Одержавши значення коефіцієнта кореляції  $r_{xy}$  для репрезентативної вибірки, постає запитання, чи можна на цій основі констатувати, що у сукупності  $\rho_{xy} = a$ . Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно перевірити статистичну гіпотезу  $H_0 : \rho_{xy} = a$ . При цьому приймається, що репрезентативна вибірка об’ємом  $n$  пар спостережень утворюється з сукупності, у якій характеристики  $X$  і  $Y$  нормально розподілені. Для перевірки зазначеної гіпотези у випадку вимірювання величин  $X$  і  $Y$  у метричних шкалах використовується статистика:

$$z_e = \frac{Z_r - Z_a}{1/\sqrt{n-3}}, \quad (23.6)$$

де  $Z_r$  і  $Z_a$  – трансформовані значення за допомогою перетворення Фішера величин  $r$  і  $a$ . Перетворення Фішера здійснюють, використовуючи таблицю «Перетворення Фішера  $z = \arg \text{th } r$ » (див. табл. 23.1).

Таблиця 23.1. Перетворення Фішера  $z = \arg \text{th } r$

$r$	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
$Z_r$	0,000	0,100	0,203	0,310	0,424	0,549	0,693	0,867	1,10	1,47

Критичними значеннями для перевірки статистичної гіпотези  $H_0 : \rho_{xy} = a \in$  точки  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$  одиничного нормального розподілу, які беруть з таблиці «Функція, обернена до функції одиничного нормального розподілу». Якщо  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq _{1-(\alpha/2)}z$ , то нульова гіпотеза приймається.

Потрібно зазначити, що найчастіше на основі одержаного  $r_{xy}$  перевіряється гіпотеза  $H_0 : \rho_{xy} = 0$ . У такому випадку користуються статистикою:

$$t_e = \frac{r_{xy}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)/(n-2)}}, \quad (23.7)$$

яка порівнюється з критичними значеннями розподілу Стюдента з  $(n - 2)$  ступенем вільності на рівні ймовірності  $\alpha$   $_{-\alpha/2}t_{n-2}$  і  $_{\alpha/2}t_{n-2}$ . Критичні значення для  $t$  беруть із таблиці «Процентні точки розподілу Стюдента».  $H_0$  приймається, якщо  $_{-\alpha/2}t_{n-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n-2}$ .

У такий спосіб перевіряють статистичну гіпотезу  $H_0 : \rho_{xy} = 0$  у всіх випадках, крім тих, коли одна змінна ідентифікована у дихотомічній шкалі, а інша зафіксована у порядковій, а також, коли обидві змінні ідентифіковані у дихотомічній шкалі. У першому випадку зазначених винятків відсутній коректний математичний метод для перевірки статистичної гіпотези, у другому випадку користуються статистикою:

$$z_e = \sqrt{n} * r, \quad (23.8)$$

яку порівнюють з критичними значеннями  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$  одиничного нормального розподілу, які беруть з таблиці «Функція, обернена до функції одиничного нормального розподілу». Якщо  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq _{1-(\alpha/2)}z$ , то нульова гіпотеза приймається.

Зауважимо, що при перевірці статистичних гіпотез для від'ємних значень  $r$  користуються його абсолютним значенням.

Потрібно зазначити, що в окремих випадках у дослідника у процесі обчислення міри лінійного кореляційного зв'язку між досліджуваними характерис-

тиками є можливість вибору коефіцієнта кореляції. Кожний з зазначених вище коефіцієнтів характеризується точністю, чутливістю до випадів (які впливають на величину обчисленого зв'язку і навіть на його напрям) та нелінійності кореляційного зв'язку, простотою обчислення тощо. За точністю усі перелічені коефіцієнти поступаються коефіцієнту кореляції Пірсона. Проте він не чутливий до нелінійних зв'язків між змінними і більш чутливий до випадів у порівнянні з коефіцієнтом Спірмена. У випадку явно перекошених розподілів краще користуватися коефіцієнтом кореляції Спірмена.

Загалом для того, щоб отримати більш об'єктивні дані щодо зв'язку між змінними, первинні дані попередньо фільтрують, вилучаючи з масиву випадів (як правило, це значення змінних, що відрізняються від середнього значення на величину, більшу за півтора – два стандартних відхилення), перевіряють розподіли на симетричність, відстежують характер кореляційного зв'язку за допомогою графічних побудов тощо. Записані вище співвідношення зорієнтовані на діагностику міри лінійного кореляційного зв'язку між характеристиками. Проте цілком можливо, що обчислені коефіцієнти дають значення, близькі до 0, у той час як між характеристиками існує сильний кореляційний зв'язок нелінійного характеру. Тому, щоб не потрапити у пастку зазначеного типу (констатувати відсутність кореляційного зв'язку між характеристиками у випадку його наявності), перш, ніж обчислювати коефіцієнти кореляції, необхідно побудувати діаграму розсіювання на площині  $XOY$ , щоб зробити однозначний висновок стосовно нелінійного кореляційного зв'язку.

У випадку нелінійного кореляційного зв'язку між характеристиками вдаються до штучних прийомів для того, щоб у певний спосіб інтерпретувати його міру та характер. Якщо має місце нелінійний зв'язок монотонного характеру, то кількісні обчислення проводять з використанням формули Спірмена. Якщо нелінійний зв'язок немонотонного характеру, то на діаграмі розсіювання виокремлюють декілька монотонних ділянок і для кожної з них обчислюють міру кореляційного зв'язку, використовуючи формулу Спірмена.

У більш складних випадках відмовляються від зазначеної статистики як міри зв'язку між характеристиками і вдаються до порівняння груп, що виділяються по одній із змінних, порівнюючи їх на основі міри вираження (метрична або порядкова змінна) або розподілу (номінальна змінна) другої змінної.

**Часткова кореляція.** У складних явищах у зв'язку перебувають більше, ніж дві характеристики об'єктів вивчення. Правильне уявлення про характер і силу зв'язку між ними можна отримати тільки у тому випадку, якщо піддати дослідженню усі характеристики. Статистиками, які репрезентують кореляцію між декількома характеристиками, являються коефіцієнти часткової і множинної кореляції та кореляційні відношення.

Якщо потрібно знайти міру кореляційного зв'язку між характеристиками  $X$  і  $Y$  за умови, що  $Y$  пов'язана кореляційним зв'язком із  $Z$ , то користуються співвідношенням:

$$r_{xy \cdot z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} r_{yz}}{\sqrt{1 - r_{yz}^2}}. \quad (23.9)$$

Дуже часто дві характеристики корелюють між собою тільки тому, що узгоджено відчують дію третьої. Іншими словами, насправді зв'язок між характеристиками  $X$  і  $Y$  проявляється під дією спільної причини. Наприклад, у процесі дослідження може з'ясуватися, що зрілість моральних суджень і швидкість читання помітно корелюють. Проте обережний дослідник у такому випадку не поспішатиме робити висновок про те, що зміна однієї з них спричиняє зміну іншої. Такий дослідник обов'язково поставить перед собою запитання: а чи не є встановлений зв'язок результатом узгодженої дії спільної причини. Зокрема, може трапитися так, що зв'язок між зазначеними характеристиками з'ясувався із залученням до дослідження респондентів різного віку. А вік в однаковому напрямі позначається як на першій змінній, так і на другій. Для обчислення коефіцієнта кореляції між характеристиками  $X$  і  $Y$  за умови видалення дії третьої  $Z$  користуються співвідношенням:

$$r_{xy-z} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xz}^2)(1-r_{yz}^2)}}. \quad (23.10)$$

У зазначеному випадку статистична гіпотеза  $H_0 : \rho_{xy-z} = 0$  перевіряється за допомогою статистики:

$$t_e = \frac{r_{xy-z}}{\sqrt{(1-r_{xy-z}^2)/(n-3)}}, \quad (23.11)$$

яка порівнюється з критичними значеннями розподілу Стюдента. Критичні значення розподілу Стюдента з  $(n - 3)$  ступенем вільності на рівні ймовірності  $\alpha$  беруть з таблиці «Процентні точки розподілу Стюдента».  $H_0$  приймається, якщо  $-\alpha/2 t_{n-3} \leq t_e \leq \alpha/2 t_{n-3}$ .

У випадку нелінійного зв'язку відповідно використовують множинні і часткові кореляційні відношення.

**Діаграма розсіювання.** Я уже зазначалось, діаграма розсіювання дозволяє зробити попередній висновок щодо характеру та міри кореляційного зв'язку між двома характеристиками об'єктів вивчення. А отже, перш ніж обчислювати коефіцієнт кореляції, необхідно побудувати діаграму розсіювання, оскільки якщо характер кореляційного зв'язку невідомий, то відсутній критерій для вибору коефіцієнта кореляції ( $r$  показує силу лінійного зв'язку, у той час як  $\eta$  – нелінійного).

Щоб побудувати діаграму розсіювання, дослідник на координатній площині  $XOY$  зображає кожного об'єкта вивчення точкою з координатами, що відповідають значенням досліджуваних характеристик. Отримане графічне зображення дослідник інтерпретує на предмет того, чи відповідають більші значення  $X$  більшим значенням  $Y$ , чи, навпаки, більшим значенням  $X$  відповідають менші значення  $Y$ . Можливі випадки, коли про таку відповідність не можна нічого сказати. На основі характеру розміщення точок на площині можна робити висновок про силу кореляційного зв'язку: чим краще точки лягають на лінію, тим сильнішим є кореляційний зв'язок. Якщо точ-

ки лягають на пряму лінію, то кореляційний зв'язок є лінійним. Якщо точки лягають на криву лінію, то кореляційний зв'язок є нелінійним.

Мають місце випадки, коли діаграма розсіювання підказує досліднику поділити вибірку на дві субвибірки (у вибірці зв'язку немає, проте у субвибірках такий зв'язок яскраво проявляється) і аж тоді обчислювати коефіцієнт кореляції.

Нехай дослідник одержав емпіричні дані стосовно двох характеристик об'єктів вивчення. Використання зазначених даних дозволяє побудувати діаграму розсіювання. Як тільки побудована така діаграма, через відкладені точки, дотримуючись певних правил, можна провести "лінію регресії". Така лінія має пройти найближче до усіх наявних на діаграмі точок (метод найменших квадратів). Побудовану лінію можна використовувати в якості інструменту передбачення.

Так, якщо у розпорядженні дослідника є графічне представлення кореляційного зв'язку між  $X$  і  $Y$ , і якщо він обстежує у  $i$ -ого об'єкта характеристику  $X$ , то він з певною вірогідністю може стверджувати, яким буде у нього значення характеристики  $Y$  і навпаки. Величина, на основі якої здійснюють прогноз, називається прогностичною змінною; величина, стосовно якої роблять передбачення, називається критеріальною змінною.

Таке передбачення може стосуватися характеристик об'єктів "тепер" на основі обстеження у них інших характеристик "тепер", що пов'язані з першими певним кореляційним зв'язком. Передбачення може стосуватися майбутніх характеристик об'єктів вивчення на основі наявних у них характеристик "тепер". Можна також, оперуючи значенням характеристики, яке має бути "потім", встановити, яке значення вона має мати "тепер", щоб у майбутньому отримала вихідне значення. Змінні характеристики, якими оперують при цьому, можуть стосуватися як окремих індивідів, так і бути усередненими показниками для груп індивідів.

Загалом до передбачення вдаються тоді, коли одну з характеристик обстежити важко або неможливо. При цьому варто не забувати, що точність графічного передбачення поступається точності обстеження. Більше того, діаграма розсіювання стає непридатною для передбачення у випадку великої чисельності вибірки.

**Рівняння передбачення.** Якщо між характеристиками  $X$  і  $Y$  існує сильний лінійний кореляційний зв'язок, то діаграму розсіювання можна апроксимувати прямою лінією, а знаючи параметри лінії кореляційного зв'язку між двома характеристиками, що описують кожний елемент вибірки, можна для довільного значення однієї змінної аналітично передбачати відповідне значення іншої змінної:

$$\hat{y}_i = ax_i + b \quad (23.12)$$

Рівняння регресії найкраще апроксимує істинну діаграму розсіювання (а отже, дозволяє найбільш точно за значенням однієї змінної передбачити значення іншої змінної), якщо:

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad .$$

Залежну змінну називають відгуком  $Y$ , незалежну змінну називають фактором  $X$ . Щоб мати можливість передбачати значення  $Y$  на основі відомих значень  $X$ , насамперед необхідно зібрати дані для деякої кількості об'єктів вивчення ( $n$ ) і вивести рівняння, яке пов'язує характеристики  $X$  і  $Y$  для цих об'єктів.

Якщо у процесі дослідження розглядають більше, ніж дві характеристики об'єктів вивчення, то користуються методами множинної регресії. Множинна регресія – це техніка, яка дозволяє визначити кореляцію між критеріальною змінною і найкращою комбінацією з двох чи більшої кількості прогностичних



змінних. Якщо характеристики  $X$  і  $Y$  пов'язані певним чином з характеристикою  $Z$ , то рівняння регресії матиме вигляд:

$$Z = a + b_1 X + b_2 Y. \quad (23.13)$$

У випадку передбачення  $Z$  на основі відомих значень  $X$  та  $Y$  користуються співвідношенням:

$$\hat{z}_i = (b_1 \frac{s_z}{s_x})x_i + (b_2 \frac{s_z}{s_y})y_i + (\bar{z} - b_1 \frac{s_z}{s_x} \bar{x} - b_2 \frac{s_z}{s_y} \bar{y}), \quad (23.14)$$

$$\text{де } b_1 = \frac{r_{xz} - r_{yz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}, \quad b_2 = \frac{r_{yz} - r_{xz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}.$$

Використовуючи значення для  $b_1 = \frac{r_{xz} - r_{yz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}$  і  $b_2 = \frac{r_{yz} - r_{xz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}$ , можна обчислити коефіцієнт множинної кореляції між  $Z$  і оптимально зваженою сумішшю  $X$  та  $Y$ :

$$R_{z-x,y} = \sqrt{b_1 r_{xz} + b_2 r_{yz}}. \quad (23.15)$$

Аналіз свідчить, що якщо значення коефіцієнта кореляції становить 0,35 і менше, то передбачити за значенням однієї характеристики значення іншої неможливо. Значення коефіцієнта кореляції між 0,40 і 0,60, що дуже часто має місце у педагогічних дослідженнях, є недостатнім для того, щоб коректно робити передбачення. Прогнози стають достатньо надійними, якщо змінні характеристики корелюють між собою на рівні 0,65 і більше.

Загалом цінність рівняння регресії полягає в тому, чи можна його застосувати стосовно іншої вибірки у межах тієї ж сукупності. Дослідник ніколи не має впевненості, що рівняння регресії, яке він отримав з використанням однієї вибірки, буде ефективно працювати (передбачати значення змінної  $Y$  на основі значень величини  $X$ ), коли до дослідження залучаються інші об'єкти вивчення. Як правило, такі передбачення мало достовірні, оскільки вибірка, з залученням якої отримувалось рівняння, і вибірка, що досліджується, мало ідентичні. Тому успішність застосування рівняння регресії у новій ситуації великою мірою залежить від ідентичності об'єктів тим, із залученням яких отримувалось рівняння передбачення.

Слід зазначити, що вивчення зв'язку між випадковими характеристиками являє собою одне з основних завдань статистичного числення. Найбільш простим і важливим випадком такого зв'язку є кореляційна залежність між характеристиками, що виражається кореляційними рівняннями. Кореляційні рівняння дають можливість обчислювати ймовірнісні значення однієї випадкової характеристики залежно від окремих значень інших випадкових характеристик. Якщо випадкова характеристика  $X_2$  знаходиться у кореляційному зв'язку тільки з однією випадковою характеристикою  $X_1$ , то рівняння, яке виражає цей зв'язок, називається звичайним кореляційним рівнянням. Якщо характеристика  $X$  знаходиться у кореляційному зв'язку з двома чи більше характеристиками, то рівняння, яке виражає цей зв'язок, називається множинним кореляційним рівнянням.

Встановлення кореляційного рівняння зводиться до визначення типу рівняння і обчислення коефіцієнтів, що входять у нього. Тип кореляційного рівняння обумовлюється характером зв'язку між випадковими характеристиками. У більшості випадків характер зв'язку виявляється таким, що для його вираження застосовують кореляційне рівняння у вигляді поліному певного степеня.

Коефіцієнти кореляційного рівняння можна знайти, застосувавши метод найменших квадратів, проте цей метод не дуже зручний, оскільки характер зв'язку невідомий і для кращої точності доводиться підвищувати порядок полінома, але при цьому доводиться заново перераховувати коефіцієнти.

То ж, бажано було б розробити такий метод пошуку кореляційного рівняння, який дозволяв би у випадку необхідності підвищувати порядок полінома і використовувати при цьому попередньо знайдені коефіцієнти. Такий метод свого часу розробив П. Чебишев.

У встановленні кореляційного рівняння для двох випадкових величин  $X_1$  і  $X_2$  поступають наступним чином:

1. Обчислюють середнє значення для першої змінної.

2. Обчислюють середнє значення для другої змінної.
3. Для кожного значення першої змінної обчислюють відхилення від середнього значення цієї змінної, підносять одержані різниці до квадрату, додають одержані результати, ділять одержане значення на кількість спостережень і добувають квадратний корінь з одержаного результату.
4. Для кожного значення другої змінної обчислюють відхилення від середнього значення цієї змінної, підносять одержані різниці до квадрату, додають одержані результати, ділять одержане значення на кількість спостережень і добувають квадратний корінь з одержаного результату.
5. Відхилення кожного значення першої величини від її середнього значення множать на відповідне відхилення другої величини від її середнього значення, додають одержані добутки, одержаний результат ділять на кількість пар спостережень, одержаний результат ділять на добуток кінцевих результатів позицій 3 і 4.
6. Віднімають від 1 квадрат кінцевого результату позиції 5.
7. Одержаний результат у позиції 6 ділять на кількість пар спостережень і добувають квадратний корінь з одержаного значення.
8. Кінцевий результат позиції 6 ділять на кінцевий результат позиції 7 і оцінюють одержану величину.
9. У випадку відносного малого значення результату у позиції 8 обмежуються лінійною моделлю кореляційного зв'язку і записують кореляційне рівняння у вигляді: ймовірнісне значення другої величини = середнє значення другої величини + різниця між довільним значенням першої величини і її середнім значенням, помножена на добуток кінцевого результату позиції 5 і частки кінцевих результатів позицій 4 і 3.
10. Обчислюють стандартне відхилення ймовірнісного значення другої величини для вибраного значення першої величини як добуток кінцевого результату позиції 4 на корінь квадратний кінцевого результату позиції 6.

Потрібно зазначити, що метод Чебишева застосовний у випадку великої кількості спостережень і утворення з них розрядів. У випадку малої кількості спостережень оперують не розрядами, а реальними значеннями випадкової характеристики і використовують інші методи побудови кореляційних рівнянь. У цілому, є підстави констатувати, що нині розроблено достатньо коректні методи побудови кореляційних рівнянь для степеневого, показникового, логарифмічного і періодичного зв'язків. Загалом у тих випадках, коли аналіз природи зв'язку між випадковими характеристиками дає можливість визначити його характер, тип кореляційного рівняння вибирають у повній відповідності з характером зв'язку.

**Пошук взаємозв'язку між величинами: процентування.** У випадку ідентифікації двох характеристик у номінальній шкалі, коли хоча б одна з них набуває більше, ніж два значення, кореляційний зв'язок між ними можна встановити шляхом процентування. Переважно такі дослідження пов'язуються з пошуком статево-вікових, професійно-кваліфікаційних, рівень освіти – місце проживання зв'язків. У процесі процентування постає головне запитання: які дані (для якої з двох характеристик) приймати за 100%. Все залежить від двох обставин: від характеру вибірки і від логіки аналізу. Вибірка може бути репрезентативною і не репрезентативною. Аналіз можливий від причини до наслідку і від наслідку до причини.

Якщо вибірка репрезентативна, то аналіз можна здійснювати у двох напрямках: від причини до наслідку і від наслідку до причини. Нехай 1000 педагогів адміністративного району залежно від їхньої участі в інноваційній діяльності розподілились так, як показано в таблиці (23.2).

Таблиця 23.2. Участь педагогів у інноваційній діяльності

	Беруть участь	Не беруть участі	Загалом
Учителі-предметники	250	455	705
Класоводи	140	120	260
Управлінський персонал	10	25	35

Загалом	400	600	1000
---------	-----	-----	------

Проведемо аналіз зв'язку між типом педагога та його інноваційною участю від причини до наслідку (див. табл. 23.3).

Таблиця 23.3. Аналіз від причини до наслідку

	Беруть участь	Не беруть участі	Всього, %
Учителі-предметники	35	65	100
Класоводи	54	46	100
Управлінський персонал	29	71	100

Прийнявши за 100% загальні кількості учителів-предметників, класоводів, управлінського персоналу у своїх групах, можемо обчислити для кожної з них частки тих, що беруть участь в інноваційній діяльності, і тих, що не беруть у ній участь. За результатами такого обчислення робимо висновок, що характер праці класоводів найбільш сприятливий для прояву ними творчої ініціативи.

Проведемо тепер аналіз зазначеного зв'язку від наслідку до причини (див. табл.23.4).

Таблиця 23.4. Аналіз від наслідку до причини

	Беруть участь	Не беруть участі
Учителі-предметники	60	76
Класоводи	35	20
Управлінський персонал	5	4
Всього, %	100	100

Прийнявши за 100% загальні кількості тих, що беруть участь в інноваційній діяльності, і тих, що не беруть у ній участь, можемо обчислити серед тих, що беруть участь, і серед тих, що не беруть участь, частки учителів-предметників, класоводів і управлінського персоналу. З результатів такого обчислення видно, що серед новаторів найбільша частка учителів-предметників,

але це не тому, що вони найактивніші, а тому, що їх найбільше в освітній системі.

З наведеного вище констатуємо, що пошук кореляційного зв'язку між характеристиками за умови залученої до дослідження репрезентативної вибірки можна здійснювати від причини до наслідку і навпаки. При цьому вимога репрезентативності стосується як першої, так і другої характеристики. Чого не можна сказати у випадку використання не репрезентативної вибірки. Якщо вибірка не репрезентативна стосовно однієї характеристики, то процентування можна вести тільки стосовно другої характеристики, за якою група репрезентативна. Якщо вибірка не репрезентативна за двома характеристиками, то встановлення кореляційного зв'язку між ними шляхом процентування не можливе. Врешті, якщо репрезентативність вибірки не можна встановити, процентування допустиме в обох напрямках, але за умови, що встановлені зв'язки піддадуться додатковій перевірці, бо вони є орієнтовними.

**Технологія кореляційного дослідження.** Виконання кореляційного дослідження передбачає низку узгоджених почергових дій.

1. Вибір проблеми. Характеристики, між якими планується дослідити кореляційний зв'язок, вибирають на основі аналізу наявних емпіричних чи теоретичних даних. Потрібно мати певні підстави для того, щоб перевіряти наявність кореляційного зв'язку між характеристиками. Чіткість на цьому етапі дослідження є запорукою уникнення багатьох проблем на подальших його етапах. Загалом кореляційні дослідження охоплюють три типи проблем:

- Чи пов'язана характеристика  $X$  з характеристикою  $Y$ ?
- Наскільки добре змінна  $X$  прогнозує значення змінної  $Y$ ?
- Які зв'язки існують серед більшої кількості змінних, і які прогнози можна зробити на основі наявних даних стосовно зв'язку між ними?

2. Утворення вибірки. Вибірка у кореляційному дослідженні, як і у будь-якому іншому, по можливості формується випадково. Першим кроком у формуванні вибірки є визначення сукупності, придатної для того, щоб з її уча-

стю можна було зібрати інформацію для кожної з характеристик, охоплених дослідженням. Чим більший розмір вибірки, тим ймовірніше, що дослідник отримає більш значущі результати. Водночас вважається, що мінімальний розмір вибірки у кореляційних дослідженнях становить 30 осіб.

3. Вибір інструментарію. У кореляційних дослідженнях використовують різного роду інструментарій, який в кінцевому випадку дозволяє отримати значення досліджуваних характеристик. Безперечно, що використовуваний інструментарій має бути валідним і надійним. Кореляційне дослідження, переслідуючи мету визначення зв'язку між характеристиками, є значущішим, якщо дослідник знає, що він обстежує і з якою точністю він це робить.

4. Побудова плану дослідження. План кореляційного дослідження загалом можна представити так, як показано у таблиці (23.5).

Таблиця 23.5. План кореляційного дослідження

	X	Y
A		
B		
...		

Як видно з таблиці (23.5), в кореляційному дослідженні для кожного об'єкта, залученого до дослідження, обстежується щонайменше по дві характеристики.

5. Збір даних. У дослідженні, що переслідує мету встановити зв'язок між характеристиками об'єктів вивчення, дані збираються впродовж короткого відрізка часу. Як правило, це одна або дві сесії. У прогностичному дослідженні дані, що стосуються значень досліджуваних характеристик, отримують з певним часовим зсувом.

6. Аналіз та інтерпретація даних. На основі отриманих даних обчислюється коефіцієнт кореляції. Якщо значення коефіцієнта лінійної кореляції тяжить до  $-1$ , то роблять висновок про обернений зв'язок між характеристиками. Якщо значення коефіцієнта лінійної кореляції тяжить до  $+1$ , то

це дає підстави говорити про прямий зв'язок між характеристиками. Коли значення коефіцієнта лінійної кореляції знаходиться в околі  $0$ , то констатується відсутність лінійного кореляційного зв'язку між характеристиками, що не заперечує наявності зв'язку іншого типу.

**Інтерпретація кореляційного зв'язку між характеристиками.** Якщо коефіцієнт кореляції близький до  $\pm 1$ , то це означає, що між досліджуваними характеристиками існує лінійний кореляційний зв'язок. Якщо коефіцієнт кореляції близький до  $0$ , то однозначно констатувати відсутність кореляційного зв'язку не можна. У такому випадку лінійний зв'язок дійсно відсутній, проте можливий нелінійний кореляційний зв'язок.

Факт наявності кореляційного зв'язку між характеристиками є наслідком однієї з трьох причин: між цими характеристиками існує причинний зв'язок; характеристики відчувають помітний вплив з боку зовнішнього фактора; у вибірці поєднані об'єкти вивчення двох або більшої кількості груп з різними середніми значеннями досліджуваних характеристик, у межах кожної з яких кореляція між ними відсутня. При цьому ідентифікація груп з різними середніми для  $X$  і  $Y$  не виключає можливості кореляції між  $X$  і  $Y$ , однак вона допускає більш раціональне пояснення суттєвої відмінності від  $0$  кореляційного зв'язку між  $X$  і  $Y$ .

Уже зазначалось, що на основі виявленого кореляційного зв'язку між двома характеристиками не можна встановити, яка з них є причиною, а яка – наслідком. До того ж, характеристики у педагогічних явищах настільки взаємно залежні, що практично не можна вказати випадку, коли б характеристика  $Y$  була відгуком тільки фактора  $X$ . Крім того, характеристики, якими оперують у педагогічних дослідженнях, як правило, складаються з елементів, кожний з яких у свою чергу є відгуком різних факторів.

Аналіз показує, що коефіцієнт кореляції між двома характеристиками не може досягти свого максимального значення у тому випадку, коли розподіли частот цих характеристик неідентичні. Тому, отримавши помірне значення



коефіцієнта кореляції між характеристиками, не можна однозначно стверджувати про помірний кореляційний зв'язок між ними, оскільки він не може бути сильним на тлі неідентичності розподілів частот характеристик.

Потрібно мати на увазі той факт, що на величину коефіцієнта кореляції впливає точність обстеження. При низькій точності обстеження характеристики, що сильно корелюють, демонструватимуть слабкий кореляційний зв'язок.

Головна мета кореляційного дослідження – зробити прозорим наше розуміння педагогічних явищ шляхом встановлення зв'язку між характеристиками об'єктів вивчення. Інколи для того, щоб передати міру зв'язку між характеристиками, використовують прикметники «сильний», «слабкий» тощо. У зв'язку з цим постає запитання: навіщо користуватися такими нечіткими і неоднозначними термінами, коли можна просто вказати величину коефіцієнта кореляції, який набуває значень від  $-1$  до  $+1$ .

Потрібно зазначити, що у наукових дослідженнях рідко обмежуються фактом встановлення кореляційного зв'язку між величинами. Завданням наукового дослідження переважно є виявлення причинного зв'язку між ними, а не ілюстрація безпричинних явищ. Відсутність кореляційного зв'язку між величинами однозначно вказує на відсутність причинного зв'язку між ними, наявність кореляційного зв'язку між величинами однозначно щодо наявності причинного зв'язку між ними трактувати не можна.

Хоча кореляційний зв'язок прямо не вказує на причинний зв'язок між величинами, він слугує ключем до відгадування причини. На основі встановленого кореляційного зв'язку між величинами часто формулюють гіпотези щодо причинного зв'язку між ними. І хоча відкриття кореляційного зв'язку не є підставою для його ототожнення з причинним зв'язком, більшість дослідників за результатами кореляційного дослідження намагаються продукувати певні ідеї стосовно причини й наслідку. Наприклад, дослідник, який встановив наявність кореляційного зв'язку між очікуванням провалу на іспитах і кількістю випадків неправильної поведінки, швидше за все припускати, що

друге спричиняється першим. З таким же успіхом інший дослідник міг би припустити, що неправильна поведінка учнів породжує очікування провалу на іспитах. Врешті, ще інший дослідник може припустити, що зв'язок між зазначеними двома характеристиками існує тому, що вони є наслідком дії на них фактора рівня здібностей. Загалом хоча в кореляційному дослідженні причини зв'язку не визначаються, певні натяки на них все-таки можна робити. Такі натяки часто слугують поштовхом для подальших досліджень.

Дуже часто кореляційний зв'язок між характеристиками слугує першим кроком у подальших дослідженнях. Повернемось до припущення, що очікування вчителем відсіювання учнів позитивно корелює з їхньою асоціальною поведінкою. Природно припустити, що очікування учителя частково спричиняють асоціальну поведінку. В такому випадку було б бажано дізнатися, що могло б зменшити зазначені очікування учителя. З цією метою потрібно провести експериментальне дослідження, розглядаючи “очікування” як залежну змінну. Але перед тим, як проводити таке дослідження, дослідник повинен поставити запитання: чи існує зв'язок між зазначеними змінними. Тому виконання кореляційного дослідження є доцільним першим кроком, щоб у випадку позитивного кореляційного зв'язку між змінними виправдати затрачені на проведення експериментального дослідження зусилля. Перед тим, як витратити час і ресурси на проведення зазначеного експериментального дослідження, дослідник має мати впевненість, що він не помиляється в інтерпретації наявного кореляційного зв'язку: “очікування” позначаються на “поведінці”, “поведінка” позначається на “очікуванях”, чи ці дві величини є функцією інших факторів (здібності учнів, їхній соціально-економічний статус). Без однозначної відповіді на поставлені запитання проводити експериментальне дослідження немає сенсу, бо знання стосовно того, як змінити “очікування” все рівно не позначаються на зміні “поведінки”.

Загалом у тих галузях, де виконати експериментальне дослідження важко чи неможливо, багато з'ясовується завдяки аналізу кореляційного зв'язку між

декількома характеристиками. У зв'язку з цим дослідники часто піддають аналізу велику кількість змінних, які, на їхню думку, пов'язані з виокремленою змінною. Ті змінні, які корелюють з вибраною на рівні 0,20 і менше, відкидають у процесі подальшого пошуку, а ті, що корелюють із зазначеною змінною на рівні 0,40 і більше, беруть до уваги у процесі продовження дослідження у напрямі з'ясування каузальності між змінними характеристиками.

**Загрози внутрішній валідності у кореляційних дослідженнях.** У кореляційних дослідженнях, як і в будь-яких інших дослідженнях, завжди існують певні загрози як внутрішній, так і зовнішній валідності одержаних результатів. З метою нівелювання дії факторів, які спричиняють ці загрози, розроблено відповідні техніки чи прийоми. Нижче наводяться дії дослідника, спрямовані на подолання чинників загрози внутрішній валідності результатів кореляційного дослідження.

*Внутрішні якості суб'єктів.* Якщо дві характеристики корелюють між собою, то цілком можливо, що цей зв'язок спричинений іншою характеристикою, внутрішньо притаманною суб'єктам. Якщо, наприклад, дослідник припускає, що кореляційний зв'язок між "очікуванням бути відрахованим з навчального закладу" і "деструктивною поведінкою" може бути спричинений "здібностями" учнів, то він шукає кореляційний зв'язок між "очікуванням" і "здібностями", між "поведінкою" і "здібностями", а також між "очікуванням" і "поведінкою". В розрахунках використовують усереднені значення зазначених характеристик для декількох класів. Після цього для кожного класу (рівня здібностей) обчислюють різницю між дійсним значенням "поведінки" і передбачуваним значенням цієї властивості (що вираховується), яку називають поправленим значенням зазначеної характеристики. Аналогічно поступають з "очікуванням". У результаті обчислюють значення коефіцієнта кореляції між поправленими "поведінкою" та "очікуванням" і вважають його істинним, позбавленим впливу фактора здібностей.

*Просторова локалізація.* Фактор місця позначається на результатах, якщо у роботі з респондентами використовується одна і та ж методика, але суб'єкти перебувають під час дослідження в дещо різних умовах, спричинених різною їх просторовою локалізацією. Різні зовнішні умови можуть по-різному позначитися на результатах обстеження, що призводить до похибки у значеннях коефіцієнта кореляції між характеристиками.

Більше того, відмінності зовнішніх умов можуть спричинити кореляційний зв'язок між характеристиками. Наприклад, дослідник може зафіксувати наявність сильного негативного кореляційного зв'язку між “деструктивною поведінкою” і “рівнем навчальних досягнень” учнів, якщо обстеження цих характеристик для кожного класу (групи учнів) відбувалося в різних умовах. Якщо відмінність полягала у кількості та якості дидактичного матеріалу, то у тій школі, де його було менше, або він був нижчої якості, “рівень навчальних досягнень” буде нижчий, а “деструктивна поведінка” набуде більшого значення. І навпаки. Щоб нівелювати дію фактора локалізації, потрібно для кожної групи обстежувати рівень ресурсного забезпечення, обчислювати поправлені значення зазначених характеристик і, оперуючи ними, обчислювати істинне значення коефіцієнта кореляції між характеристиками, що цікавлять. Можна також, обчислюючи значення коефіцієнта кореляції між зазначеними характеристиками у кожній школі і домагаючись при цьому обов'язкового залучення до дослідження не менше, ніж 30 учнів, скористатись в кінцевому випадку усередненим значенням коефіцієнта кореляції для отриманих значень.

*Інструментарій.* У будь-якому дослідженні, що передбачає використання інструментарію декілька раз, він з часом псується.

*Характеристика дослідника.* Дослідник віком, статтю, національністю тощо у процесі дослідження може певним чином впливати на респондентів. Якщо дослідник впливає на значення обстежуваних характеристик у респондентів, то в кінцевому результаті це дає більше значення коефіцієнта

кореляції між досліджуваними характеристиками. Щоб запобігти такому спотворенню величини кореляційного зв'язку між характеристиками, різні характеристики обстежують різні дослідники.

*Упередженість дослідника.* Інша загроза внутрішній валідності є результатом несвідомого упередженого ставлення дослідника до даних, які він збирає. Не припустимо, особливо це стосується випадку використання тестів досягнень, щоб один і той же дослідник пропонував обидва тести одному і тому ж респонденту в один і той же відрізок часу. Дуже ймовірно, що зафіксовані досягнення по першому тесту будуть позначатися на процедурі другого тестування. Практично майже неможливо уникнути очікувань, побудованих на результатах першого тестування. Наприклад, високі показники по першому тесту можуть навіяти в дослідника очікування таких же високих результатів у респондента по другому тесту, що може виразитися у додатковому часі, відведеному на виконання завдань, тощо. Не зважаючи на те, що детальні інструкції можуть дещо зарадити справі, найкраще залучати до тестування двох дослідників.

*Тестування.* В кореляційних дослідженнях, що передбачають обстеження в одного і того ж суб'єкта двох характеристик шляхом фіксування його реакції на змодельовану ситуацію, існує загроза однотипності реакцій (перша ситуація навіює реакцію у другій ситуації). Щоб зменшити вплив зазначеної загрози внутрішній валідності у кореляційних дослідженнях, обстеження розводять у часі, особливо, коли вони за деякими ознаками близькі між собою.

*Втрати у вибірці.* Відсів, строго кажучи, не є загрозою внутрішній валідності, оскільки якщо у суб'єкта обстежили одну характеристику, а другу не встигли, то він вилучається з вибірки, і його результат по першій змінній не береться до уваги. Водночас мають місце випадки, коли відсів у вибірці може зробити зв'язок між характеристиками більш ймовірним, цим самим створюючи загрозу зовнішній валідності, оскільки вибірка, на якій отримується значення коефіцієнта кореляції, не є тією вибіркою, яка формувалася спочат-

ку. Може трапитися так, що знайдуться учителі, які мають низьке значення “очікування”, тобто припускають, що їхні учні досягнуть високих академічних показників. Дуже ймовірно, що у класах таких учителів випадків деструктивної поведінки під тиском їхнього очікування буде багато. А отже, вилучення з вибірки такого класу (в якому “очікування” і “деструктивна поведінка” антипаралельні) веде до підвищення значення коефіцієнта кореляції між зазначеними змінними. Оскільки немає шансів дізнатися чи такий зв’язок мав місце у тих класах, що вилучаються, то єдине, що може вдіяти дослідник, це намагатися уникнути втрат у вибірці в процесі дослідження.

Загалом, приступаючи до виконання кореляційного дослідження, дослідник зобов’язаний з’ясувати:

1. Фактори, які впливають на характеристики, що корелюють, чи які могли б впливати на них, подібність кожного з них, крім їхнього впливу на змінну характеристику, що корелює з іншою характеристикою.

2. Засоби контролю загроз внутрішній валідності; якщо загроза не може піддатися контролю, то це визнається і обговорюється.

3. При цьому досліднику не варто перейматися факторами, які не пов’язані з двома змінними, що вивчаються.

**Факторний і кластерний аналізи.** Кореляційні дослідження знаходять собі широке застосування у якості складових інших дослідницьких планів. Зпоміж іншого вони використовуються у факторному аналізі.

Коли досліджується велика кількість змінних, аналіз й інтерпретація одержаних даних можуть виявитися громіздкими і важкими. Тому часто необхідно зменшити кількість змінних шляхом групування тих, що помітно корелюють, у фактори. Факторний аналіз – це техніка, що дозволяє досліднику визначити чи можна велику кількість змінних описати декількома факторами. Сутність такої техніки полягає у пошуку груп, у межах яких змінні помітно корелюють між собою. Тоді кожний такий кластер представляє фактор.

Як бачимо, за допомогою факторного аналізу виявляють структурні взаємозв'язки великої кількості змінних. У процесі факторного аналізу спочатку обчислюють парні кореляції усіх змінних, що вивчаються. Після цього шукають свого роду плеяди зв'язків. Іншими словами, виділяють такі змінні, які будучи тісно пов'язані в межах своєї плеяди, слабо пов'язані з іншими кореляційними вузлами. Виявлені вузли і є факторами. Назва фактора завжди умовна і підбирається на основі асоціації з тими змінними, які найсильніше пов'язані з даним фактором – мають найбільші факторні навантаження. При цьому, чим сильніший зв'язок між двома змінними, тим менше втрачається інформації при переході від двох змінних до однієї.

За допомогою факторного аналізу можна описати явище за допомогою малої кількості узагальнюючих факторів, які безпосередньо не спостерігаються, проте характеризують явище. Ідея факторного аналізу ґрунтується на припущенні: якщо декілька характеристик групи об'єктів вивчення змінюються узгоджено, то причиною такої сумісної мінливості може бути скритий фактор. Таким чином, головна мета факторного аналізу – зменшення розмірності вихідних даних з метою їх економного опису за умови мінімальних втрат вихідної інформації. Результатом факторного аналізу є перехід від множини вихідних змінних до суттєво меншої кількості нових змінних – факторів. Фактор при цьому інтерпретується як причина спільної зміни декількох вихідних змінних. Якщо виходити з того, що кореляції можна пояснити впливом скритих причин-факторів, то основне призначення факторного аналізу – аналіз кореляцій множини характеристик.

Кластерний (таксономічний) аналіз використовується для упорядкування об'єктів і об'єднання їх в однорідні групи. У результаті вихідна вибірка ділиться на групи схожих між собою об'єктів, які називаються кластерами. У процесі кластерного аналізу у кожного об'єкта вибірки обстежуються одні і ті ж характеристики. Після цього між усіма об'єктами попарно обчислюють відстань, оперуючи значеннями обстежених характеристик як координатами

$n$ -мірного простору. Обчислені відстані заносять у таблицю на зразок турнірної. У цій таблиці знаходять об'єкти з найменшим значенням відстані між ними (це може бути два або більше об'єктів). Ці об'єкти утворюють окремий кластер. Комірки таблиці з найменшим значенням відстані замальовують. Після цього знову шукають об'єкти з найменшим значенням відстані, які утворюють другий кластер і т.д. За результатами такого аналізу будують дендрограму, у якій по горизонтальній осі відкладають об'єкти кластерів, а по вертикальній – міру близькості між ними. З наведеного робимо висновок, що хоча кластерний аналіз не пов'язаний з кореляційними процедурами, останні опосередковано проглядаються у процесі утворення кластерів.

**Перевірка незалежності класифікації об'єктів за декількома ознаками.** Кореляційні процедури знаходять застосування і в тому випадку, коли виконують дослідження, змістом яких є класифікація об'єктів за декількома (найчастіше двома) ознаками, кожна з яких може набувати декількох значень. При цьому формулюють нульову гіпотезу, згідно з якою класифікація за двома ознаками є незалежною. Перевірка нуль-гіпотези щодо незалежності класифікації еквівалентна перевірці гіпотези про те, що ймовірність появи об'єкта, який попадає у комірку  $ij$  таблиці спорідненості, дорівнює добутку ймовірності того, що елемент належить будь-якій комірці у рядку  $i$ , і ймовірності того, що він належить будь-якій комірці у стовпчику  $j$ . Тобто  $H_0 : P_{ij} = P_i \cdot P_j$ . для усіх  $i$  та  $j$ .

При цьому вимагається, щоб утворена із сукупності вибірка об'ємом  $n$  була випадковою. Для перевірки гіпотези використовують статистику:

$$\chi_e^2 = n \left[ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{f_{ij}^2}{f_i \cdot f_j} - 1 \right], \quad (23.16)$$

де  $f_{ij}$  – кількість спостережень у комірці  $ij$ ,  $f_i$  – кількість спостережень в  $i$ -ому рядку таблиці,  $f_j$  – кількість спостережень в  $j$ -ому стовпчику таблиці. Критичним значенням для перевірки зазначеної гіпотези є  $_{1-\alpha} \chi_{(I-1)(J-1)}^2$ . Критичні значення для перевірки зазначеної гіпотези беруть з таблиці «Процентні точки



розподілу  $\chi^2$ ».  $H_0 : P_{ij} = P_i \cdot P_j$ . приймається на рівні ймовірності  $\alpha$ , якщо  $\chi_e^2 \leq_{1-\alpha} \chi_{(I-1)(J-1)}^2$ .

Якщо з'ясується, що між характеристиками існує зв'язок, то постає потреба його кількісно оцінити. Критерієм для оцінки зв'язку є величина:

$$r = \frac{\chi^2}{n} \quad (23.17)$$

Зазначений критерій застосовний у випадку, коли таблиці мають однако-ву кількість ступенів вільності, але можуть містити різну кількість спостере-жень.

Для встановлення величини зв'язку у випадку  $k_1 \neq k_2$  використовують коефіцієнт взаємного зв'язку:

$$R = \frac{r}{\sqrt{(k_1-1)(k_2-1)}} \quad (23.18)$$

Частковим і дуже поширеним є випадок, коли кожна з двох характери-стик обстежується на двох рівнях, при цьому у кожній з комірок таблиці одержано частоти:  $n_{11}, n_{12}, n_{21}, n_{22}$ . У такому випадку гіпотезу незалежності ви-падкових характеристик перевіряють за допомогою критерію Пірсона, а коефіцієнт подібності обчислюється із:

$$A = \frac{n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}}{\sqrt{n_{11}n_{22}n_{12}n_{21}}}. \quad (23.19)$$

### Запитання

\* Що є емпіричним доказом наявності між характеристиками позитив-ного чи негативного кореляційного зв'язку, а також його відсутності?

\* Що таке коефіцієнт кореляції і яких значень він може набувати?

\* За яких умов сила зв'язку між характеристиками досягає максималь-ного значення?

\* Чи є констатація того факту, що  $r = 0$ , незаперечним доказом того, що між характеристиками відсутній кореляційний зв'язок?

\* Якими будуть критичні значення для перевірки статистичних гіпотез щодо  $\rho$  у випадку односторонньої перевірки?

- \* Якого роду передбачення можна здійснювати, використовуючи лінію регресії?
- \* У яких випадках для передбачення коректно використовувати рівняння регресії?
- \* У чому полягає цінність рівняння регресії?
- \* Як позначається на  $r$  характер розподілу характеристик?
- \* Як позначається на  $r$  точність вимірювання величин?
- \* Як трактується той факт, що  $r = \pm 1$ ?
- \* Як трактується той факт, що  $r = 0$ ?

### **Завдання**

- \* Назвіть характерну ознаку кореляційного дослідження.
- \* Оперуючи гіпотетичними даними, знайдіть величину кореляційного зв'язку між змінними, використовуючи наведені у § 23 співвідношення для коефіцієнтів кореляції.
- \* Використовуючи одержані дані для коефіцієнтів кореляції, перевірте статистичну гіпотезу  $H_0 : \rho_{xy} = 0$  на певному рівні ймовірності  $\alpha$ .
- \* Порівняйте наведені вище коефіцієнти кореляції на предмет їх точності, чутливості, зручності обчислення.
- \* Опишіть Ваші дії у випадку виявлення за діаграмою розсіювання нелінійного кореляційного зв'язку між характеристиками.
- \* Наведіть приклад випадку, коли часткова кореляція рівна 0, а характеристика  $Z$  не є спільною причиною зміни  $X$  і  $Y$ .
- \* Поясніть, чому обчисленню коефіцієнта кореляції між характеристиками має передувати побудова діаграми розсіювання.
- \* Розкрийте технологію побудови діаграми розсіювання.
- \* Розкрийте технологію побудови лінії регресії.
- \* Проілюструйте технологію використання рівняння регресії для передбачення значення характеристики на основі відомого значення іншої характеристики, пов'язаної з першою лінійним кореляційним зв'язком.

\* Проілюструйте на гіпотетичному прикладі технологію встановлення кореляційного зв'язку між змінними шляхом процентування.

\* Проілюструйте на гіпотетичному прикладі технологію встановлення кореляційного зв'язку між змінними шляхом введення контрольної змінної.

\* Розкрийте технологію використання факторного аналізу.

\* Розкрийте технологію використання кластерного аналізу.

\* Розкрийте загрози внутрішній валідності кореляційного дослідження.

\* Назвіть причини наявності кореляційного зв'язку між характеристиками.

\* Обґрунтуйте доцільність передування експериментальному кореляційного дослідження.

\* Поясніть зображення на рисунку 23.1.

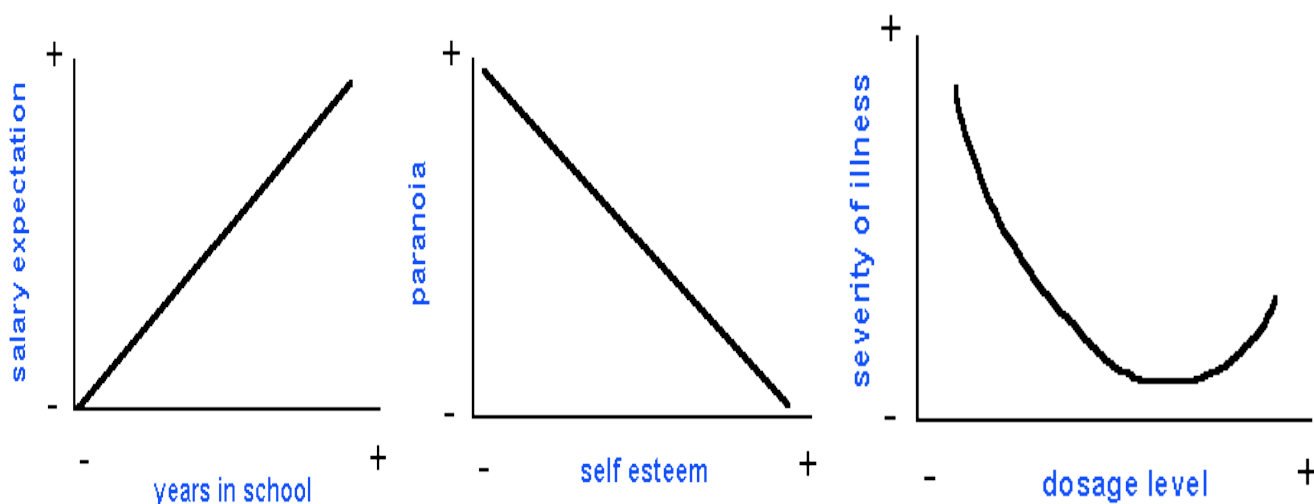


Рис. 23.1. Різні випадки кореляційного зв'язку

## § 24. Детермінантне вивчення освітніх явищ і процесів

**Методології детермінантного вивчення.** У детермінантних дослідженнях освітніх явищ і процесів з'ясовують причинно-наслідкову залежність між значеннями досліджуваних характеристик. При цьому можливі три випадки. Дослідник може переслідувати мету встановити причину

досліджуваного явища, використовуючи умови і рівні факторів, в яких воно пробігало природним шляхом. З іншого боку, дослідник може поставити за мету встановити наслідки, до яких призводить маніпулювання умовами протікання освітнього процесу та факторами, що позначаються на його ефективності. У першому випадку освітні явища і процеси пізнаються завдяки виконанню квазіекспериментальних досліджень. У другому випадку виконуються експериментальні дослідження. У тому випадку, коли з'ясовується наслідок за умови неможливості маніпулювати причиною, теж вдаються до квазіекспериментального дослідження.

**Характерні ознаки квазіекспериментального дослідження.** Якщо дослідник, наприклад, помітив, що дві групи учнів відрізняються за стилем навчання, він може поставити перед собою завдання встановити причину таких відмінностей. З цією метою дослідник порівнює умови навчання виокремлених груп учнів, знаходить у них спільні і відмінні компоненти і на основі відмінностей в умовах робить висновок щодо відповідності умов і стилю навчання. При цьому причини, що призвели до відмінностей у стилі навчання, не створювались дослідником і не маніпулювались ним, а використались у готовому вигляді. Цим квазіекспериментальне дослідження суттєво відрізняється від експериментального, в якому дослідник створює відмінності в організації навчального процесу, скажімо, двох груп учнів і фіксує наслідки, до яких створені ним відмінності призводять.

У наведеному вище прикладі дослідник позбавлений можливості маніпулювати рівнями досліджуваної характеристики, оскільки процес уже відбувся і він може тільки за встановленими наслідками з'ясувати їх причину. Проте це не єдиний випадок, коли дослідник позбавлений можливості маніпулювати рівнями досліджуваного фактора. У дослідженні освітніх проблем доводиться мати справу з характеристиками, якими у принципі не можна маніпулювати (національність, стать тощо). Крім того, є група характеристик, якими маніпулювати можна, але з певних міркувань цього не роблять.

Найчастіше обмеження на маніпулювання змінною характеристикою накладаються етичними міркуваннями. Наприклад, дослідник може поставити перед собою завдання дослідити вплив різних дієт на фізичний розвиток немовлят. Проте з етичних міркувань він не пропонуватиме різним дітям різні за ефективністю дієти. Замість цього він поспробує відшукати дітей, в годуванні яких іще до виконаного дослідження стабільно використовувалися різні дієти. Утворивши групи дітей за ознакою використовуваної дієти, дослідник порівняє середні значення показників фізичного розвитку в групах і зробить відповідні висновки.

Загалом квазіекспериментальні дослідження можна представити такими групами:

1. Дослідження наслідків, до яких призводить сучасний стан об'єктів вивчення: до яких академічних наслідків призводять відмінності між особами чоловічої і жіночої статі за наявної практики організації навчання?

2. Дослідження причин, що призвели об'єкти вивчення до сучасного стану: що спонукає індивідів вступати у злочинні банди?

Потрібно наголосити, що емпірична складова квазіекспериментального дослідження починається із з'ясування відмінностей між об'єктами вивчення чи їх групами, після чого слідує пошук можливих причин або наслідків зазначених відмінностей. Дослідник може зацікавитись, наприклад, чому одні індивіди захоплюються алкоголем, а інші віддають перевагу пілюлям. Щоб дати відповідь на поставлене запитання, він порівнює дві групи і з'ясовує, за якими характеристиками вони відрізняються чи відрізнялися у минулому, що можуть пояснити причину різної пристрасності. Квазіекспериментальні дослідження використовують, коли ставиться завдання з'ясувати відмінності в академічних досягненнях, соціальній поведінці тощо між особами чоловічої і жіночої статей. Встановлено, наприклад, підвищені здібності до вивчення мов у дівчат і математики у хлопців. Водночас такого роду дослідження мають носити пробний характер. Важко знайти дослідника, який вірив би у те, що

здібності визначаються статтю, проте є чимало доказаних відмінностей у соціальних очікуваннях осіб чоловічої і жіночої статей.

Інколи квазіекспериментальне дослідження передуює експериментальному. Уявімо, що адміністратор навчального закладу хоче запровадити новий дидактичний матеріал. Він може, звичайно, випробувати його експериментально, утворивши випадково групи, в яких використовується зазначений матеріал, і групи, які працюють з традиційним дидактичним забезпеченням. По закінченні певного проміжку часу адміністратор порівняє навчальні досягнення в експериментальних і контрольних групах і зробить висновки відносно доцільності запровадження нового дидактичного матеріалу. Проте такий підхід вимагає чимало часу і може видатися непривабливим через витрати, пов'язані з підготовкою матеріалів, учителів тощо. До того ж, адміністратор достеменно не знає, чи суттєво позначається на рівні навчальних досягнень учнів якість дидактичного матеріалу. Тому він спочатку відбирає дві групи учнів, у навчанні яких використовують різний дидактичний матеріал, але схожих за іншими характеристиками, і порівнює рівні їхніх навчальних досягнень. Якщо групи значущо відрізняються за цим показником, то є сенс пробувати різні типи дидактичного матеріалу і вибирати той, який найбільшою мірою позначається на рівні навчальних досягнень школярів, тобто виконувати експериментальне дослідження.

### **Структура квазіекспериментального дослідження.**

*1. Формулювання проблеми.* Квазіекспериментальне дослідження, як і будь-яке інше, бере початок з ідентифікації явища, що цікавить. Припустимо, що дослідник цікавиться творчими здібностями учнів. Є декілька запитань, на які він не знайшов відповіді в процесі аналізу бібліографічних джерел. За яких умов індивіди набувають творчі здібності? Які фактори позначаються на розвитку творчих здібностей? Чому учні з часом дещо втрачають творчі здібності? Щоб отримати відповіді на сформульовані запитання, потрібно виконати власні дослідження.

Насамперед дослідник вирішив з'ясувати фактори, що позначаються на розвиткові творчих здібностей. З цією метою він припускає, наприклад, що високі творчі здібності індивіда можуть бути спричинені комбінацією соціального провалу та особистісного усвідомлення можливості помітних досягнень у діяльності. Дослідник висуває також декілька альтернативних причин (кількість і якість учнівських інтересів, різнобічність їхніх інтересів, батьківське заохочення досліджувати ідеї, певного роду інтелектуальні здібності), які могли б пояснити відмінність у рівні розвитку творчих здібностей учнів. Як тільки можливі причини явища ідентифіковані, вони використовуються у більш прецесійному формулюванні проблеми, яка досліджується.

*2. Висунення гіпотез.* На цьому етапі дослідник відбирає можливі причини, керуючись результатами попередніх досліджень, інтуїцією, зрештою, здоровим глуздом. Зазначимо, що у квазіекспериментальному дослідженні потрібно брати до уваги якомога більше факторів, які могли б слугувати причиною досліджуваного явища і бути підставою для пояснення наявних відмінностей. Перевірка декількох альтернативних гіпотез є ознакою доброго квазіекспериментального дослідження. Водночас не варто впадати у крайність і включати у коло можливих причин надто віддалені чи опосередковані фактори.

*3. Обґрунтування плану дослідження.* Відповідно до сформульованої гіпотези дослідження розробляється його план. На цьому етапі важливо ретельно визначити характеристику, яка досліджується. Стосовно зазначеного вище це означає скрупульозне визначення поняття “творчі здібності”. Це робиться з тією метою, щоб коректно відібрати щонайменше дві групи респондентів з чітко диференційованими рівнями розвитку творчих здібностей. Якщо дослідник припускає, що на розвиткові творчих здібностей позначається низка факторів, то обмежитися двома групами респондентів

йому не вдасться. У такому випадку він планує залучити до дослідження декілька груп, щоб попарно їх порівняти і зробити аргументовані висновки.

4. *Утворення вибірок.* Як тільки дослідник визначився з кількістю груп, необхідних для дослідження, він приступає до їх відбору. Загалом успіх квазіекспериментального дослідження великою мірою залежить від того, наскільки дбайливо відібрано групи для порівняння.

5. *Вибір інструментарію.*

6. *Збір емпіричних даних.*

7. *Інтерпретація одержаних результатів.*

**Загрози внутрішній валідності в квазіекспериментальних дослідженнях.** Як зазначалось вище, призначенням квазіекспериментальних досліджень є встановлення причинно-наслідкового зв'язку між характеристиками досліджуваних об'єктів у тих випадках, коли маніпулювати експериментальним фактором неможливо чи недоцільно. При цьому квазіекспериментальним дослідженням притаманні певні обмеження. Найбільш істотні лежать у площині недостатнього контролю загроз внутрішній валідності, що вимагає обачного інтерпретування результатів такого роду досліджень.

Загрози внутрішній валідності результатів квазіекспериментального дослідження насамперед пов'язані з обмеженнями рандомізації та неможливістю маніпулювати незалежною змінною.

Випадкове поміщення об'єктів вивчення у групи в такому дослідженні неможливе, якщо групи утворились до залучення їх до дослідження. Як наслідок, у такому випадку у кращому разі доводиться обмежитись випадковим вибором груп, але не об'єктів. Водночас, якщо процедурою дослідження не вимагається залучення попередньо утворених груп, то випадковий відбір об'єктів вивчення до груп можливий. Обмеження щодо випадкового залучення об'єктів вивчення до дослідження може мати своїм наслідком той факт, що



відмінності у значенні досліджуваної характеристики спричиняються, крім взятих до уваги, низкою побічних факторів, дія яких не компенсована.

Неможливість маніпулювати незалежною змінною обумовлена тим фактом, що до початку дослідження його учасники уже піддавались впливу досліджуваного фактора. Крім того, як уже зазначалось, окремими характеристиками маніпулювати не можна чи недоцільно. За таких обставин виокремлюють випадки з необхідними значеннями досліджуваного фактора, встановлених самочинно стосовно дослідника. Але при цьому побічні фактори, що можуть позначитися на значенні досліджуваної характеристики, практично не контролюються. Як наслідок, вірогідність встановленої у такий спосіб причини досліджуваного явища є невизначеною.

Крім зазначеного вище, у квазіекспериментальних дослідженнях загрози внутрішній валідності пов'язані з втратою суб'єктів, локалізацією та інструментарієм. Якщо особи, які відсілися, відрізняються від тих, що залишилися, і якщо групи зазнали різних втрат, внутрішня валідність порушується. Локалізаційна загроза з'являється, якщо дані збираються у різних умовах. Аналогічно, якщо різні дослідники залучаються до збору даних у різних групах, це загрожує валідності інструментарію.

До зазначеного необхідно додати, що тривалість часу, протягом якого суб'єкти піддавались педагогічному впливу, варіюються, створюючи цим самим загрозу виховного впливу. Може також мати місце загроза деморалізації. Якщо одна з груп була відібрана на основі вищих показників, то може мати місце регресійна загроза.

Як бачимо, загроза внутрішній валідності в квазіекспериментальних дослідженнях насамперед пов'язана з характеристиками учасників дослідження. Розроблено низку процедур, спрямованих на зменшення особистісних факторів загрози внутрішній валідності у таких дослідженнях:

1. Зіставлення суб'єктів із порівнюваних груп за зовнішньою змінною, що контролюється. При цьому пари суб'єктів (по одному з кожної групи) ска-

нуються на предмет їхньої ідентичності стосовно зовнішньої змінної. Якщо в результаті зіставлення двох суб'єктів з'ясується їхня не ідентичність, то вони вилучаються з дослідження. Зрозуміло, що внаслідок таких дій кількість суб'єктів у групах зменшується, що, звичайно, не бажано. Зіставлення стає ще складнішим, якщо дослідник намагається залучити до дослідження суб'єктів, ідентичних за двома чи більшою кількістю зовнішніх змінних.

2. Пошук гомогенних груп полягає у знаходженні однорідних груп стосовно зовнішньої змінної, що контролюється. При цьому дослідник може шукати дві групи, що мають однакові результати діагностики, або формувати субгрупи, що репрезентують різні рівні зовнішньої змінної (ділячи групу на субгрупи з високим, середнім і низьким рівнем зовнішньої характеристики) і після цього порівнювати ідентичні субгрупи.

Загроза внутрішній валідності результатів квазіекспериментального дослідження пов'язана також з дією неконтрольованих факторів. Зменшення зазначеної загрози передбачає:

1. Виявлення факторів, що діють на змінну, за якою групи порівнюються, чи вплив яких може бути логічно очікуваним.
2. З'ясування подібності в порівнюваних групах за кожним із цих факторів.
3. Обґрунтування ймовірності дії зазначених факторів і планування контролю над ними.

**Аналіз результатів квазіекспериментального дослідження.** Як впливає з попередньо зазначеного, у таких дослідженнях насамперед збирають дані, які стосуються відгуку у залучених до дослідження групах. Часто першим кроком в аналізі результатів квазіекспериментального дослідження є побудова частотних полігонів.

У випадку кількісних характеристик обчислюються середнє значення і стандартне відхилення для кожної групи. Перевірка статистичної значущості проводиться тоді, коли випадкові вибірки утворювалися в межах ідентифікованих сукупностей. Найпростішим тестом, що використовується у

таких дослідженнях, є *t*-тест перевірки статистичної значущості відмінностей між середніми значеннями. Коли використовуються більше, ніж дві групи, тоді придатними є тести на варіацію, або на коваріацію.

У випадку категоріальних змінних для виявлення можливих причин використовують cross-break таблиці. Потрібно зазначити, що практика висуває порівняно мало запитань, що потребують квазіекспериментального дослідження з двома категоріальними змінними. Проте дослідники часто трактують змінні, що за своєю природою є кількісними, як категоріальні. Як правило, це тоді, коли ділять отриманий набір значень кількісної змінної на групи (високий, середній і низький рівні). При цьому нічого не набувається, лише з'являються додаткові труднощі: втрачається точність передбачення і з'являється проблема критеріїв, на основі яких кількісні відмінності перетворюються у нову якість.

Після того, як статистична значущість відмінностей відгуку у групах доведена, дослідник піддає аналізу фактори, які могли призвести до таких відмінностей. Звісно, що відмінності можуть породжуватися різними факторами чи різними рівнями одного і того ж фактора, які діяли у групах. Загалом результати квазіекспериментального дослідження інтерпретують з певною обачністю. Як і кореляційні, такі дослідження ефективні у констатації зв'язків між змінними, але вони достеменно не виявляють причину чи з'ясовують наслідок. З метою підвищення вірогідності квазіекспериментальних досліджень формулюють, як уже зазначалось, якомога більше (у розумних межах) альтернативних гіпотез.

**Унікальність експериментального дослідження.** Експериментальне дослідження є однією з найпотужніших дослідницьких методологій. Воно найефективніше серед них з погляду встановлення причинно-наслідкового зв'язку між змінними характеристиками. Експериментальне дослідження унікальне у двох аспектах: насамперед це єдина дослідницька методологія, що дозволяє безпосередньо встановити вплив виокремленого фактора на перебіг

досліджуваного явища чи процесу; з іншого боку, це єдина дослідницька методологія, що дозволяє перевірити гіпотезу щодо причинно-наслідкового зв'язку між характеристиками.

Найголовніша ознака експериментального дослідження, що відрізняє його від інших дослідницьких методологій, полягає в можливості маніпулювання незалежною змінною. Незалежною змінною в експериментальних дослідженнях дуже часто виступають методи навчання, типи завдань, види навчальних матеріалів, конструкції запитань учителя, засоби заохочення учнів тощо. Залежна змінна найчастіше являє собою навчальні досягнення, інтерес до навчального предмета, тривалість уваги, мотивацію, ставлення до шкільного навчання тощо.

В експериментальному дослідженні дослідник з'ясовує вплив незалежної змінної на залежну змінну. З цією метою він виокремлює незалежну змінну (експериментальний фактор) і визначається з його рівнями (значеннями). У найпростішому випадку перевіряється дія одного фактора на двох рівнях. Після цього дослідник відбирає групу (групи) учасників дослідження. Крім цього, дослідник визначається з відгуком – характеристикою об'єктів вивчення, на яку спрямовуватиметься дія експериментального фактора. За результатами впливу досліджуваного фактора впродовж певного відрізка часу на об'єкти вивчення дослідник обстежує групу (групи) учасників дослідження, що піддавались впливу, щоб з'ясувати, чи вони відрізняються між собою за значенням обстежуваної характеристики. Іншими словами, дослідник прагне дізнатися, чи спричинила ін'єкція різних значень незалежної змінної відмінності у значеннях залежної змінної. Якщо середні показники за даними післяін'єктного обстеження відрізняються і дослідник не може знайти будь-яких розумних альтернативних пояснень зафіксованих відмінностей, то він робить висновок, що ін'єкція (незалежна змінна) спричинила вплив на залежну змінну і є ймовірно причиною наявної відмінності у її значеннях.

Таким чином, експериментальне дослідження робить можливим вихід дослідника за межі обстеження характеристик, констатації зв'язку між ними, розкриваючи його причинно-наслідковий зміст. Шляхом констатаційного дослідження можна, наприклад, обстежити соціально-економічний рівень та академічні досягнення учнів. Кореляційне дослідження може засвідчити сильний зв'язок між соціоекономічним рівнем і академічними досягненнями учнів. Виконавши експериментальне дослідження, можна встановити, що підвищення соціально-економічного статусу необхідно підвищує навчальні досягнення школярів.

Базисна ідея експериментального дослідження передбачає вплив на об'єкти вивчення і систематичне фіксування його наслідків. Як наслідок, експериментальне дослідження будується на двох засадах. По-перше, незалежна змінна безпосередньо змінюється дослідником; така зміна планується ним з метою з'ясування її впливу на залежну змінну. По-друге, незалежна змінна (умови, методи тощо) приймає щонайменше два значення. Відповідно щонайменше двічі обстежується відгук.

Базисна ідея експериментального дослідження практично реалізується у низці варіантів. У найпростіших випадках експериментальні дослідження виконуються за такими схемами:

- у вибірці обстежують досліджувану характеристику, після цього вона піддається певному впливу, після чого знову обстежують цю ж характеристику і певним чином трактують одержані результати;
- одна з двох ідентичних вибірок піддається певній дії, друга – ні; після інтервенції у них обстежують досліджувану характеристику і роблять відповідні висновки;
- у двох вибірках обстежують досліджувану характеристику, після цього вони піддаються різному впливу, після чого у них знову обстежують ту ж характеристику і роблять відповідні висновки.

Загалом експериментальне дослідження дозволяє:

1. Свідомо розширювати коло явищ, які цікавлять дослідника.
2. Багаторазово і планомірно повторювати дослідження одного і того ж явища.
3. Цілеспрямовано змінювати умови, в яких протікає досліджуване явище.
4. Майже цілком ізолювати досліджуване явище, щоб відстежувати його в “чистому” вигляді.
5. Дробити складне явище на окремі складові, щоб з’ясувати причинні відношення і генетичний зв’язок.
6. Порівнювати отримані результати, робити відповідні висновки і знову експериментально їх перевіряти.

Спостереження свідчать, що експериментальну методологію можна використовувати не тільки у природничих і технічних, а й суспільних і гуманітарних науках. Проте в другому випадку експеримент суттєво відрізняється від експерименту в природничих і технічних науках. Головною відмінністю є той факт, що об’єкти вивчення не ізолюються від звичних умов, а піддаються впливу додаткових факторів. Відмінності можна простежити і за іншими ознаками – прийомами експериментального дослідження. Такі відмінності не на користь достовірності отриманих даних та глибини функціональних можливостей експериментальної методології. При цьому залишається актуальною теза, що основне призначення будь-якого експерименту – це підтвердження або відхилення гіпотези, покладеної в його основу.

З урахуванням зазначеного вище під педагогічним експериментом розуміють спеціальне внесення в освітній процес принципово важливих змін відповідно до гіпотези дослідження з метою з’ясування зв’язку між досліджуваними явищами без порушення його цілісності.

При цьому прийнято виокремлювати такі типи педагогічного експерименту:

- Камерний – перевірка розроблених ідей удосконалення навчально-виховного процесу з залученням до дослідження невеликої вибірки.
- Масовий педагогічний експеримент – широкомасштабна перевірка попередньо апробованих ідей.

**Сутнісні характеристики експериментального педагогічного дослідження.** Щоб виділити у явному виді результат цілеспрямованого впливу на досліджуваний об'єкт, необхідно взяти аналогічний об'єкт і подивитися, що з ним відбувається за відсутності цілеспрямованого впливу. Водночас виконати експериментальне дослідження не просто.

*Порівняння груп.* Експериментальні дослідження освітніх проблем виконують з залученням однієї, двох і більше груп індивідів. При цьому переважно послуговуються двома групами суб'єктів, одна з яких є контрольною, а інша – експериментальною. Та група, суб'єкти якої в процесі експерименту отримують певну ін'єкцію, називається експериментальною. Та група, суб'єкти якої в процесі експерименту не отримують ніякої ін'єкції, називається контрольною. Ті групи, суб'єкти яких отримують різну ін'єкцію в процесі експерименту, називаються порівняльними.

Слід зазначити, що у педагогічних дослідженнях утворення контрольних груп пов'язане з певними труднощами, бо в освітньому процесі суб'єкти такої групи теж підпадають під вплив певних факторів (різного рівня у порівнянні з експериментальною групою). Уявімо, що дослідник хоче з'ясувати ефективність певного методу навчання; з цією метою він утворює експериментальну групу і використовує цей метод у навчальному процесі в цій групі. Водночас учні іншої групи теж навчаються, але з використанням традиційного методу. Отже, цю групу не можна вважати контрольною, її потрібно називати порівняльною.

*Маніпуляція незалежною змінною.* Однією з сутнісних ознак експериментального дослідження є активне маніпулювання незалежною змінною в його процесі. Дослідник визначає, яких значень (рівнів) набуватиме в експерименті

незалежна змінна і яким групам суб'єктів ці значення будуть присвоєні. Аналіз свідчить, що у педагогічних дослідженнях можна вільно маніпулювати багатьма характеристиками. В експериментальному дослідженні можуть порівнюватися впливи різного (форми і методи навчання) і того самого роду. В останньому випадку впливи можуть бути різного (різні методи навчання), або одного і того ж виду, але з різною мірою наявності тієї чи іншої характеристики (різне відсоткове співвідношення ілюстративного матеріалу в тексті підручника). Водночас є характеристики, які не дозволяють досліднику так з ними поводитися. Насамперед це: стать, національність, вік, релігійна приналежність тощо. Доречно зазначити, що тут є як фізичні, так й етичні обмеження. Скажімо, дослідник не може довільному суб'єкту, відібраному для експерименту, змінити вік з метою проведення дослідження (фізичне обмеження). Водночас він не може змінити релігійні уподобання з метою проведення експерименту (етичне обмеження). Дослідник також не може одну групу навчати навчальному предмету інваріантної частини навчального плану, а іншу не навчати цьому предмету.

**Рандомізація дії зовнішніх чинників.** Важливим аспектом експериментального дослідження є випадковий (рандомізований) відбір об'єктів вивчення у групи. Рандомізований відбір означає, що кожний індивід, залучений до експерименту, має рівні можливості потрапити у будь-яку групу.

При утворенні випадкової вибірки потрібно мати на увазі, що:

1. Вибірка має утворюватися до початку експерименту.
2. Утворення випадкової вибірки – це процес, а не результат; тобто дослідник не може використовувати групу, що сформувалась до початку експерименту, і з'ясувати у процесі експерименту, чи є вона випадковою.

Випадковий відбір переслідує намір виключити або мінімізувати вплив на обстежувану характеристику зовнішніх факторів, не тільки тих, про які знає дослідник, а й тих, про які він не догадується. Саме це є ознакою краси і могутності експериментального дослідження і однією з причин того, що ек-



сперимент є найбільш ефективним засобом встановлення причинно-наслідкового зв'язку між характеристиками.

Використання випадкового відбору дозволяє досліднику утворити еквівалентні групи, тобто такі, що відрізняються випадково стосовно будь-якої змінної характеристики. Зазначимо, що випадкове утворення груп не є гарантією їх еквівалентності до тих пір, поки не буде досягнуто їх достатньо великого розміру. Немає чітких критеріїв щодо чисельності груп, проте дослідники некомфортно себе почувають, якщо працюють з вибіркою чисельністю меншою за 40 осіб. Тут керуються такими міркуваннями: чим більша кількість параметрів, за якими можуть відрізнитися суб'єкти вибірки (що певним чином пов'язані з залежною змінною), тим більшої чисельності вона має бути.

Слід зазначити, що схема порівняння груп є привабливішою у порівнянні з використанням однієї групи, оскільки не вимагає повної нейтралізації дії сторонніх факторів чи їх мінімізації, а лише зрівноваження їхнього впливу на залежну характеристику. Якщо дослідник не впевнений у тому, чи могли інші фактори спричинити кінцевий результат, він не може однозначно констатувати причину. Якщо дослідник хоче встановити вплив двох різних методів навчання на ставлення учнів до вивчення історії і переконаний, що дві групи були еквівалентними до початку експерименту стосовно навчальних здібностей, то в кінцевому результаті він може твердити, чим зумовлене різне ставлення до вивчення зазначеного предмета, методами навчання чи наявними в учнів здібностями.

Як бачимо, дослідник, що проводить експериментальне дослідження, намагається переконатися, що усі характеристики, за якими можуть відрізнитися суб'єкти, і які можуть позначитися на залежній змінній, ним контролюються. Насамперед він домагається того, щоб за цими характеристиками групи були еквівалентними. З цією метою дослідник може залучити одних і тих же суб'єктів в якості експериментальної і контрольної груп чи в двох

порівняльних групах. Наприклад, учні можуть вивчати навчальний матеріал першим і другим методом. Якщо достатню кількість суб'єктів випадково включити у кожен з груп, то групи можна вважати еквівалентними. Парування суб'єктів на основі рівної кількості наявності у них певної характеристики і випадкового поміщення одного з пари у першу групу, а іншого з цієї пари в другу групу теж у кінцевому результаті сприяє утворенню еквівалентних груп. З метою утворення еквівалентних груп підтримують зовнішні змінні у константному стані. Якщо, наприклад, дослідник припускає, що стать позначається на залежній змінній, то він може вилучити з дослідження усіх дівчат чи хлопців. Це означає іншими словами, що змінна характеристика "стать" підтримується на незмінному рівні (групи не відрізнятимуться за відносною кількістю у них хлопців і дівчат). Водночас за таких умов експерименту суттєво звужуються межі, на які поширюються узагальнення, зроблені на основі отриманих результатів. У нашому прикладі вони можуть стосуватися протікання процесу у середовищі учнів чоловічої чи жіночої статі. Крім описаних вище рішучих кроків, дослідник може шляхом вилучення окремих учасників дослідження домогтися однакового відношення осіб чоловічої і жіночої статі у групах.

Загалом, якщо у дослідника виникає підозра щодо впливу стороннього фактора на залежну змінну, то він вводить його у план дослідження. З цією метою дослідник може, наприклад, утворити окрему групу з дівчат, окрему групу з хлопців і дослідити не тільки вплив методів навчання, а й статі.

Зовнішні фактори, які становлять загрозу внутрішній валідності результатів експериментального дослідження, охоплюють не тільки особистісні характеристики об'єктів вивчення, а й інші чинники, пов'язані з умовами виконання дослідження, що змінюються з часом. Щоб рандомізувати дію таких чинників, використовують план з випадковим порядком обстеження. Нехай досліджується вплив на залежну змінну експериментального фактора, який може набувати трьох значень. Нехай дослідник запланував також на

кожному рівні експериментального фактора виконати по три обстеження. Він міг би виконати усі три обстеження спочатку на першому рівні, потім на другому і відтак на третьому. Але він побоюється, що зовнішні чинники, що змінюються з часом, призведуть до суттєвої систематичної похибки. Як наслідок усі дев'ять обстежень він виконує у випадковому порядку, якщо, звичайно, характер дослідження дозволяє це зробити, що насправді у педагогічних дослідженнях не завжди можливо. Якщо здійснити зазначене вище не можливо, і досліджуються ті ж три рівні фактора, то до експерименту дослідник може залучити три групи. Порядок дії рівнів фактора у групах визначається випадково. І може трапитися так, що перша група піддається дії першого рівня фактора, після чого виконується обстеження залежної змінної, потім другого рівня фактора з наступним обстеженням залежної змінної і відтак третього рівня фактора з обстеженням залежної змінної. Для другої групи описана вище процедура здійснюється у послідовності: другий, третій, перший рівні фактора. Для третьої групи послідовність набуває вигляду: третій, перший, другий рівні фактора. Як у такому випадку дослідник визначає ефективність впливу різних рівнів фактора на залежну змінну? Він порівнює між собою середні значення для усіх трьох груп для кожного рівня фактора. Спостереження свідчать, що такий план добре усереднює дію зовнішніх чинників, змінних у часі, які можуть загрожувати внутрішній валідності результатів дослідження, водночас він певною мірою не спроможний протистояти ефекту інтерференції різних рівнів фактора (той чи інший рівень фактора може підсилювати чи послаблювати свою дію на залежну змінну залежно від того, які рівні фактора впливу на неї до цього йому передували).

Залежно від того, наскільки вдається нейтралізувати вплив зовнішніх факторів, експериментальні дослідження поділяють на рандомізовані і нерандомізовані.

**Нерандомізовані експериментальні плани** не передбачають ніякого контролю зовнішніх факторів, що впливають на перебіг процесу і його

кінцевий результат. У таких експериментальних планах вибірки, залучені до дослідження, утворюються не випадково і відсутня рандомізація дії зовнішніх чинників не особистісного характеру.

1. *План післяін'єктного обстеження однієї групи.* В цьому плані одна група (утворена не випадково) піддається освітній інтервенції, після чого фіксується залежна змінна, щоб встановити характер і міру дії зазначеної інтервенції. Інтервенція в часі передує обстеженню результату її дії. Нехай, наприклад, дослідник ставить за мету встановити, чи новий підручник спричиняє підвищення інтересу учнів до вивчення історії. З цією метою він використовує цей підручник впродовж семестру, після чого обстежує інтерес учнів до вивчення історії. Найбільш очевидною вадою цього плану є відсутність у ньому будь-якого контролю. Дослідник позбавлений впевненості стосовно того, чи отримані результати обумовлені запровадженням у навчальному процесі нового підручника чи іншими чинниками. Цей план не передбачає будь-якого порівняння, тобто дослідник не може зіставити отримані результати з результатами, одержаними до використання у навчальному процесі нового підручника чи з результатами групи, в якій працюють за іншим підручником. Цілком можливо, що учні, які використовують новий підручник, продемонструють підвищений інтерес до вивчення історії. Але залишається без відповіді запитання, завдяки дії якого (яких) факторів має місце такий інтерес. Ваді цього експериментального плану настільки відомі, що він дуже рідко використовується у дослідженнях.

2. *План доін'єктного – післяін'єктного обстеження однієї групи.* Згідно цього плану залежна змінна обстежується до і після введення ін'єкції, при цьому склад об'єктів вивчення (відібраних не випадково) не міняється. Нехай, наприклад, директор школи хоче оцінити вплив щотижневих консультативних сесій на ставлення до навчання відстаючих учнів. З цією метою він дає завдання практичним психологам щотижня один раз протягом 10 тижнів зустрічатися з такими учнями і проводити з ними відповідну роботу. Обстеження

ставлення учнів до навчання здійснюється до початку і зразу після зазначених сесій. Цей план, звичайно, кращий, ніж попередній, бо дослідник, щонайменше, може зафіксувати зміни у ставленні до навчання, якщо вони матимуть місце. Водночас цей план не позбавлений серйозних вад, оскільки низка неконтрольованих чинників, крім сесій, може позначитися на ставленні учнів до навчання.

**Квазірандомізовані експериментальні плани** – це частково рандомізовані експериментальні плани. Дослідники, які використовують такі плани, не вдаються до випадкового утворення груп. Інколи вони покладаються на інші техніки їх утворення, щоб зменшити загрози внутрішній валідності. У таких планах дія зовнішніх чинників, змінних у часі рандомізується.

1. *План післяін'єктного порівняння двох груп.* В цьому плані використовуються дві групи (утворені не випадково), одна з яких піддається впливу експериментального фактора, а інша – ні. Обстеження досліджуваної характеристики проводиться одночасно у двох групах після завершення педагогічної інтервенції в експериментальній групі. Цей план, безперечно, не позбавлений певних вад.

2. *План доін'єктного – післяін'єктного порівняння двох груп.* Згідно цього плану для кожного індивіда експериментальної групи (утвореної не випадково) від післяін'єктного показника віднімають доін'єктний показник, і таким чином встановлюють приріст відгуку. Обстеження у контрольній групі (утвореній не випадково) виконують паралельно і від другого результату віднімають перший. На основі індивідуальних приростів обчислюють групові. За результатами порівняння групових приростів відгуку роблять висновок щодо педагогічної ефективності застосованих освітніх інтервенцій. При цьому залишається небезпека помилкового трактування результатів, бо у групі з кращим показником до початку експерименту слід очікувати більший приріст відгуку.

З метою часткової рандомізації особистісних факторів (підвищення еквівалентності груп) використовують попарний контроль в утворених до виконання дослідження групах. При цьому дослідник парує суб'єкти в експериментальній і контрольній групах на основі певних змінних, вилучаючи з дослідження ті об'єкти вивчення, які не знаходять собі пари. Проте за результатами такої ревізії у дослідника немає переконання в тому, що групи еквівалентні стосовно інших змінних (тих, що не бралися до уваги при паруванні). Це серйозне обмеження, але дуже часто воно є неминучим, якщо випадкове утворення груп неможливе, тобто коли можна використати тільки попередньо сформовані групи.

Певного ефекту у вирівнюванні груп домагаються і тоді, коли, наприклад, досліджуючи вплив експериментального фактора на двох рівнях, до дослідження залучають дві групи, і в кожній з них діють на відгук двома рівнями зазначеного фактора. Після такої дії обстежують досліджувану характеристику у кожній групі двічі, обчислюють її середні значення для кожного з рівнів експериментального фактора і порівнюють результати.

**Рандомізовані експериментальні плани** передбачають випадковий відбір об'єктів вивчення у групи, що залучаються до дослідження. Як зазначалося вище, випадковий відбір суб'єктів є могутньою технікою для контролю загроз внутрішній валідності з боку суб'єктних характеристик. Крім того, у таких експериментальних планах рандомізують дію зовнішніх чинників, змінних у часі.

*1. План післяін'єктного обстеження двох рандомізованих груп* передбачає залучення до дослідження двох випадково сформованих груп. Одна група піддається освітній інтервенції, інша – ні. Після цього в обох групах обстежується залежна змінна. Нехай дослідник хоче встановити вплив серії семінарів на виховання чуйності у викладачів в одному з шкільних округів. З цією метою він випадково відбирає 100 учителів з усіх учителів шкільного округу. Після цього дослідник випадково утворює з відібраних учителів дві групи по 50 осіб

(експериментальну і контрольну). Впродовж певного відрізка часу для учителів експериментальної групи організують зазначені семінари, в той час як учителі контрольної групи до такої освітньої інтервенції не залучаються. Після закінчення інтервенції в експериментальній групі дослідник обстежує залежну змінну (чуйність) у кожного члена кожної з груп. На заключному етапі отримані дані математично опрацьовуються, на підставі чого формулюються відповідні висновки. Завдяки випадковому утворенню груп особистісні відмінності, відмінності у вихованні та статистична регресія нівелюються. Оскільки залежна змінна фіксується тільки один раз, то немає загрози внутрішній валідності з боку процесу обстеження. Можливо, цей план є одним з найкращих у випадку, коли до дослідження залучаються щонайменше по 40 суб'єктів у кожній групі. Водночас існує декілька факторів, що становлять загрозу внутрішній валідності і в цьому плані. Насамперед це відсів учасників дослідження. Оскільки до початку експерименту дві групи були ідентичними, то для того, щоб вони були такими ж після експерименту, кількісно-якісні зміни у групах мають бути цілком однаковими, чого насправді ніколи не буває. Тому, щоб оцінити можливі спотворення результатів, дослідник обов'язково вказує на міграційні процеси, що мали місце впродовж експерименту в експериментальній і контрольній групах.

2. *План доін'єктного – післяін'єктного обстеження двох рандомізованих груп* передбачає залучення експериментальної і контрольної груп об'єктів вивчення, у яких обстеження проводять двічі. Цей план відрізняється від попереднього плану експериментального дослідження лише тим, що в ньому використовують доін'єктне і післяін'єктне обстеження залежної змінної. При утворенні груп використовується випадковий відбір. Обстеження у групах проводять одночасно. Перевагою цього плану є забезпечення дослідника відомостями того, чи є дві групи дійсно тотожні, тобто чи є випадковий відбір запорукою отримання двох еквівалентних груп. Це особливо важливо у випадках малочисельних (експериментальної і контрольної) груп (менше 30 осіб у

кожній). Якщо доін'єктне обстеження свідчить про те, що групи не є еквівалентними, дослідник здійснює відповідні дії з метою досягнення стану еквівалентності зазначених груп. Доін'єктне обстеження є необхідним у випадках, коли у дослідженні ставиться завдання відстежити зміни у значеннях залежної змінної у процесі експерименту. Слід зазначити, що використання доін'єктного обстеження збільшує ймовірність загрози внутрішній валідності внаслідок взаємодії процедури діагностики та інтервенції, оскільки вона може позначитися на пильності учасників експериментальної групи, цим самим спонукаючи їх працювати краще (чи гірше) у порівнянні з членами контрольної групи.

3. *План з чотирма рандомізованими групами Соломона* переслідує мету нівелювати ефект доін'єктного обстеження. Він передбачає випадкове утворення чотирьох груп суб'єктів. Перша група є експериментальною, в ній виконуються обстеження досліджуваної характеристики до ( $O_1$ ) і після ( $O_2$ ). Друга група є контрольною, в ній виконуються обстеження тоді, як і в першій ( $O_3$ ) і ( $O_4$ ). Третя група є експериментальною, в ній виконується обстеження після ( $O_5$ ). Четверта група є контрольною, у ній виконується обстеження після ( $O_6$ ). За результатами виконаних обстежень обчислюються різниці:  $O_2 - O_1$ ;  $O_2 - O_4$ ;  $O_5 - O_6$ ;  $O_5 - O_3$ . Середнє арифметичне зазначених різниць представляє усереднений ефект дії експериментального фактора на відгук. Цей план забезпечує найкращий контроль факторів, що несуть загрозу внутрішній валідності, у порівнянні з іншими експериментальними планами. Слабким його місцем є вимога чисельності вибірки, оскільки відібрані суб'єкти розподіляються по чотирьох групах. Більше того, проведення дослідження з чотирма групами в один і той же час вимагає значної енергії і зусиль з боку дослідника.

Рандомізовані експериментальні плани серед іншого вимагають залучення до дослідження еквівалентних груп. Такі групи, як уже зазначалось, вдається утворити шляхом випадкового поміщення у них об'єктів вивчення. При цьому інколи вдаються до попарного поміщення суб'єктів в експериментальну



і контрольну групи на основі рівності виокремлених ознак, що підвищує еквівалентність груп. Вибір ознак, за якими попарно відбираються суб'єкти, ґрунтується на результатах попередніх досліджень, наявній теорії і досвіді дослідника. Члени кожної відібраної пари поміщаються в експериментальну і контрольну групи випадковим чином. Парування здійснюють механічно або статистично. Обидва види вимагають даних для кожного суб'єкта стосовно змінних, за якими вони паруються.

Механічне парування – це процес парування двох осіб на підставі притаманності їм однакового значення певної змінної характеристики. Після того, як парування завершено для всієї вибірки, виконують зіставлення (за допомогою полігону частот), щоб пересвідчитися, що дві групи дійсно еквівалентні за досліджуваною ознакою. Механічне парування має певні обмеження. Дуже важко парувати за трьома і більше ознаками. До того ж, для цього потрібно мати велику за обсягом вибірку, щоб можна було з неї відбирати осіб, схожих за великою кількістю ознак. У процесі парування часто декілька суб'єктів неминуче вилучають з вибірки, оскільки не можуть знайти для них пару. Як наслідок, вибірка більше не залишається випадковою, хоча до цього вона такою була. Якщо використовується механічне парування, один суб'єкт з кожної пари випадково відправляється в експериментальну групу, інший – в контрольну.

Статистичне парування не вимагає вилучення суб'єктів, для яких не можна знайти пари, а також не накладає обмеження на кількість змінних, за якими здійснюється парування. Кожному суб'єкту присвоюється прогнозований показник залежної змінної, заснований на кореляції між залежною змінною і змінною, на основі якої суб'єкти паруються. Після цього використовуються різниці між прогнозованими і актуальними показниками, щоб порівняти експериментальні і контрольні групи. Якщо використовується статистичне парування, вибірка ділиться випадково на початковому етапі, і статистичні судження роблять після того, як усі дані зібрано.

Хоча дослідники переважно віддають перевагу статистичному паруванню у порівнянні з механічним, перше не є ідеальним. Його слабким місцем є той факт, що воно будується на оцінці зв'язку між залежною змінною і кожною прогнозованою змінною з використанням ідеї лінійної кореляції, в той час як остання може носити і нелінійний характер. Проте, яка б кореляція не використовувалася, дослідник у цьому плані покладається на випадковий відбір суб'єктів, щоб вирівняти групи за усіма змінними, що пов'язані із залежною змінною.

**Серійні експериментальні плани.** Типові до- і післяін'єктні експериментальні плани, що розглядалися раніше, передбачають обстеження, що виконуються буквально напередодні інтервенції і зразу після неї. Серійний експериментальний план передбачає серію обстежень залежної змінної до ін'єкції і після завершення впливу експериментального фактора. За цим планом великий масив даних збирається для однієї групи суб'єктів. Якщо результати обстеження залишаються статистично значущо незмінними до експериментального впливу на залежну змінну і статистично значущо змінюються внаслідок дії експериментального фактора (знову залишаючись незмінними після припинення дії експериментального фактора), то це дає більше впевненості твердити про результативність впливу експериментального фактора, ніж у випадку одноразового доін'єктного і післяін'єктного обстеження. Зазначене важливе з декількох причин.

Може трапитися так, що між останнім доін'єктним і першим післяін'єктним випробуваннями залежної змінної буде суттєва різниця, але середнє значення усіх доін'єктних і післяін'єктних значень залежної змінної статистично значущо не відрізнятимуться. Це свідчить про те, що експериментальний фактор практично не позначається на величині залежної змінної, хоча завдяки використанню експериментального плану з доін'єктним і післяін'єктним обстеженнями в одній групі можна було зробити помилково цілком протилежний висновок.

Може мати місце також випадок, що за період між останнім доін'єктним і першим післяін'єктним обстеженнями залежна змінна отримує такий же за величиною приріст, який вона отримує для кожного чергового обстеження у порівнянні з попереднім. Цей факт потрібно інтерпретувати як ефект нецілеспрямованого приросту залежної змінної (виховання). Водночас, якби дослідник мав у своєму розпорядженні тільки останнє доін'єктне і перше післяін'єктне дані, він припустився би грубої помилки, стверджуючи про результативність дії на залежну змінну використаного в дослідженні експериментального фактора. Зазначене свідчить про те, що лише в тому випадку можна твердити про результативність дії експериментального фактора на залежну змінну, коли її середнє значення після експерименту статистично значущо відрізняється від такого до експерименту і приріст між останнім доін'єктним і першим післяін'єктним обстеженнями статистично значущо відрізняється від будь-якого іншого (що є різницею значень залежної змінної між наступним і попереднім обстеженнями).

Як наслідок, зазначений експериментальний план є одним з найчастіше використовуваних у педагогічних дослідженнях. І це не зважаючи на те, що загрози внутрішній валідності результатів дослідження у випадку використання цього експериментального плану включають історію (щось могло трапитися між останнім доін'єктним і першим післяін'єктним обстеженнями), інструментарій (з деяких причин використовуваний обстежувальний засіб змінюється в будь-який момент часу під час дослідження) і обстеження (ефект вправляння). Можливість взаємодії «доін'єктне обстеження – інтервенція» також зростає у зв'язку з використанням декількох доін'єктних випробувань.

**Експериментальні плани з одним суб'єктом.** Усі експериментальні плани, що розглядалися вище, передбачали залучення до дослідження групи суб'єктів. Водночас інколи дослідник позбавлений можливості залучити до дослідження групу суб'єктів. Це має місце тоді, коли в якості методу дослідження виступає спостереження. Інколи немає достатньої кількості

суб'єктів, необхідної для практичної реалізації групового плану. Дослідники, які досліджують дітей, які страждають декількома вадами (наприклад, зору і слуху), можуть мати лише дуже малу кількість таких дітей у своєму розпорядженні, скажімо 10 чи менше, що в такому випадку позбавляє сенсу утворювати групи по 5 осіб у кожній.

Плани з одним суб'єктом є адаптацією серійного плану обстежень, розведених у часі. Відмінність полягає лише в тому, що дані збираються й аналізуються лише для одного респондента у різні моменти часу (декілька разів до інтервенції і декілька разів після). Експериментальні плани з одним суб'єктом слабкі стосовно висновків, які можна зробити на їх основі. Як наслідок, дослідження, що передбачають залучення одного індивіда, передбачають відтворення (повторення), якщо вони хочуть претендувати на результати, на основі яких можна формулювати вірогідні висновки. Дані, зібрані у дослідженні з одним учасником, переважно аналізуються візуально (на відміну від статистичного опрацювання експериментальних даних) шляхом введення графічних презентацій.

1. *A – B - план.* Нехай дослідник цікавиться впливом словесної похвали на особливо неуважного молодшого школяра. Він може спостерігати за учнем впродовж, скажімо, п'яти днів на щоденних практичних заняттях, потім впродовж п'яти днів словесно нагороджувати учня і стежити за його поведінкою зразу після кожної похвали. Проблема використання цього плану полягає в тому, що дослідник не знає, чи помічена зміна поведінки з'явилась у результаті дії незалежної змінної. Цілком можливо, що деякі інші фактори (крім похвали) насправді спричинили зміну поведінки, чи взагалі спостережувана зміна у поведінці з'явилась природно, без цілеспрямованої дії незалежної змінної.

2. *A – B – A – план.* У цьому плані додають ще один період, що не супроводжується впливом експериментального фактора на залежну змінну. І цей факт значною мірою покращує експериментальний план. Якщо поведінка учня

в період дії експериментального фактора відрізняється від його поведінки у не експериментальний період, то є більше підстав, щоб стверджувати про причини зміни поведінки. Адже мало ймовірно, щоб якась інша (побічна) змінна діяла строго синхронно з дією незалежної змінної. На матеріалі попереднього прикладу цей план реалізується шляхом виконання дослідником додаткової серії спостережень після того, як він припинив хвалити учня.

3. *A – B – A – B - план.* У цьому плані дослідник проводить обстеження без дії експериментального фактора, потім він спостерігає за обстежуваним в процесі дії на нього незалежної змінної, після чого знову настає серія спостережень за відсутності дії незалежної змінної і, врешті, завершується експеримент черговим періодом спостережень в умовах дії незалежної змінної. Цей план є більш надійним у порівнянні з попереднім. Якщо поведінка суб'єкта є незмінною для двох експериментальних періодів, але відмінною від поведінки у двох не експериментальних періодах (ці поведінки мають бути тотожні між собою), ймовірність того, що якась побічна змінна стала причиною зафіксованих змін залежної змінної суттєво зменшується. Якщо дослідник фіксує, що залежна змінна змінюється від періоду до періоду, то у нього з'являється впевненість, що похвала є дійсною причиною зафіксованих змін.

Хоча останній експериментальний план можна вважати переконливим для встановлення причини змін залежної змінної у випадку залучення до дослідження одного суб'єкта, він усе-таки має слабкі місця: ймовірність упередження експериментатора (він діє на суб'єкта незалежною змінною і тут же фіксує її вплив на залежну змінну); можливість інструментальної похибки (значна тривалість експерименту може позначитися на зміні експериментальних умов).

4. *Багатобазисні плани* використовуються тоді, коли не можливо чи не етично припинити інтервенцію. У випадку застосування багатобазисного плану дослідник робить більше, ніж збирає дані стосовно однієї змінної для одного суб'єкта впродовж одного відрізка часу. Він збирає дані стосовно декількох

залежних змінних для одного суб'єкта впродовж того ж відрізка часу. При цьому дослідник почергово застосовує інтервенцію для кожної залежної змінної до тих пір поки усі вони не зазнають впливу. Якщо залежна змінна міняється в кожному випадку тільки після інтервенції, то експериментальний фактор приймається за причину зафіксованих змін. Дуже важливо при цьому, щоб залежні змінні залишалися одна відносно одної незалежними.

**Загрози валідності експериментального дослідження.** Валідність експериментального дослідження прийнято ділити на внутрішню і зовнішню. Внутрішня валідність пов'язана з впевненістю, що зміни залежної змінної пов'язані виключно із змінами незалежної змінної.

Якщо в процесі дослідження знайдено, що для  $x_2 > x_1$   $y_2 > y_1$ , то можна припустити, що зміна  $Y$  обумовлена зміною  $X$ . Проте абсолютної впевненості в цьому немає, бо на  $Y$  могли впливати й інші фактори, контроль яких не здійснювався в експерименті. Зазначене робить необхідним доведення, що отримана залежність обумовлена контрольованими факторами, а не побічними. Доведення того, що спостережувані відмінності залежної змінної обумовлені варіацією значень незалежної змінної, а не сумарним впливом незалежної і неконтрольованих змінних, чи взагалі лише сумарною дією усіх неконтрольованих змінних є доказом внутрішньої валідності виконаного експериментального дослідження. Існує декілька суттєвих загроз внутрішній валідності експериментального дослідження.

*Особистісні якості суб'єктів.* Якщо порівнюються дві чи більше групи стосовно впливу змінної  $X$  на змінну  $Y$ , то вони мають відрізнятися тільки по  $X$ , а за усіма іншими характеристиками бути ідентичними. Звичайно, повної ідентичності не досягти. Як наслідок, допускається наявність відмінностей, але в таких межах, що суттєво не позначаються на  $Y$ . Із зазначеного стає зрозуміло, чому в педагогічних дослідженнях оперують не окремими індивідами, а групами. Бо не можливо підібрати окремих індивідів, абсолютно ідентичних стосовно сторонніх факторів. Більше того, де це можливо, намагаються вико-

ристовувати випадково утворені групи, розраховуючи на те, що у такий спосіб можна нівелювати відмінності між ними. І чим більше індивідів у групах, тим краще усереднені значення більшої кількості сторонніх факторів наближаються за величиною. Якщо не вдається повністю вирівняти групи за значенням сторонніх характеристик, то вибирають такі умови експерименту, щоб побічні фактори у кожній групі у своєму сумарному впливі на  $Y$  давали одну і ту саму величину  $C$ . Найкраще, коли  $C = 0$ . Як бачимо, внутрішня валідність експериментального дослідження визначається способом утворення вибірок та їх об'ємом. Тож, щоб підвищити внутрішню валідність результатів дослідження, вибірки необхідно утворювати випадково і залучати до дослідження мінімально необхідну кількість респондентів, яка визначається умовами дослідження.

*Відсів членів вибірки.* Мабуть, ще нікому не вдалось виконати дослідження від початку до кінця із сталим складом суб'єктів, особливо, якщо дослідження тривале. Не випадкове відсіювання членів вибірки зменшує її репрезентативність. Проте шкода може бути і більшою. Якщо дослідження проводиться в одній групі, то зміщений відсів призводить до завищення або заниження показів. Якщо порівнюються декілька груп, відсів у яких не еквівалентний, то спотворюється співвідношення в отриманих результатах. Такий відсів, як бачимо, неодмінно позначається на валідності результатів дослідження. Як наслідок, дослідник у процесі дослідження зобов'язаний вирівнювати групи за результатами відсіву або вносити у результати певні поправки.

*Умови виконання дослідження.* На відгук  $Y$ , безперечно, позначаються умови виконання дослідження. Тому для усіх учасників дослідження (різних груп) вони мають бути ідентичними. Якщо не можливо добитися ідентичних умов, то шукають шляхи нівелювання чи мінімізації їх впливу на відгук  $Y$ . Доречно зазначити, що впоратися з цією проблемою не легко, оскільки один і той же фактор може по-різному впливати на різних індивідів. Серед найбільш важомих факторів, які стосуються умов виконання дослідження, що позначаються на валідності одержаних результатів, насамперед потрібно назвати порядок

впливу різними значеннями експериментального фактора на відгук та присутність дослідника у процесі дослідження. Крім того, на валідності результатів позначаються втома дослідника, володіння дослідниками різним рівнем дослідницьких умінь, очікуваність ними певних результатів. Щоб запобігти упередженому ставленню, до дублікатного дослідження залучають дослідника, не обізнаного з можливими очікуваними результатами. Зазначене вище висуває вимогу присутності дослідника у всіх групах, залучених до дослідження. Готуючись до дослідження, дослідник повинен подбати про наявність відповідних умінь, а в процесі дослідження пам'ятати про власний енергетичний рівень. Загрозу внутрішній валідності, пов'язану з черговістю дії рівнів експериментального фактора, ліквідовують збільшенням кількості обстежень на кожному рівні та їх випадковим упорядкуванням.

*Інструментарій.* У процесі дослідження засоби обстеження псуються. Якщо інструментарій у процесі дослідження змінюється, то зміни залежної змінної частково пов'язані із змінами в інструментарії. Тож, для забезпечення внутрішньої валідності дослідження, необхідно використовувати не дрейфуючий інструментарій.

*Попереднє обстеження.* Діагностика досліджуваної характеристики до початку освітньої інтервенції мобілізує індивідів акцентувати увагу в процесі подальшої роботи на запитаннях, що впливають на результати післяін'єктного обстеження. У них виробляються певні стереотипи відповідей на типові запитання, розв'язування аналогічних задач тощо. Не рідко вони запам'ятовують відповіді на запитання, розв'язки задач. Крім того, індивіди проявляють чітку тенденцію демонструвати кращі результати у діяльності, до якої вони триваліший час залучаються. Тому вищі показники при повторному обстеженні частково пов'язані з ефектом набуття практики у цій діяльності. Нівелювати цей ефект можна шляхом використання контрольної групи і віднімання від природу значення залежної змінної в експериментальній групі такого ж значення в контрольній групі.



*Історія.* На результатах дослідження суттєво позначаються події, що мали місце напередодні. Суб'єкти зазнають постійного впливу з боку оточуючого середовища, і, оскільки вибірки сформовані, то нівелювати вплив середовища можна лише шляхом його контролю та ототожнення.

*Фактор зрілості.* Зміни характеристики  $Y$  можуть мати місце не тільки в результаті дії експериментального фактора  $X$ , але й самі по собі, особливо, коли дослідження тривале, а методика передбачає порівняння «до» і «після»- результатів. Дозрівання пов'язане з фізіологічними і психологічними змінами, що мають місце з плином часу. Ефект дозрівання особливо помітний у довготривалих дослідженнях. Нівелювати або вирівняти його дію можна шляхом хронологічної випадковості обстежень, порівняння приростів досліджуваної характеристики у контрольній та експериментальній групах.

*Позиція суб'єктів.* Відомо, що продуктивність праці підвищується не тільки тоді, коли робітники відчувають турботу з боку адміністрації, а й тоді, коли умови праці стають гіршими не в результаті цілеспрямованих дій адміністрації. В першому випадку робітники краще працюють у знак подяки, в другому – в знак допомоги адміністрації. Цей ефект носить назву Hawthorn-ефект. Він може мати місце у своєму негативному прояві в педагогічних дослідженнях. Якщо учні контрольних класів знають, що в експериментальних класах дослідник пропонує щось нове, то в них може виникнути негативне ставлення до завдань, що погіршує їх результати. Порівняння таких результатів з результатами в експериментальних класах дає спотворений результат. Як наслідок, учасники дослідження, поміщені у різні групи, мають бути переконані у важливості їх роботи та відведеної їм ролі.

*Регресія* дає про себе знати, коли досліджуються зміни в групі з екстремально низькими чи екстремально високими показниками. Відібрана таким чином група незалежно від того, які зміни в процесі експерименту з нею не відбуватимуться, характеризується розподілом, щільнішим довкола середнього, ніж це в звичайній групі. Статистична регресія – це тенденція даних пря-

мувати до середнього арифметичного при повторних обстеженнях. Цей ефект особливо проявляється у випадку одержання при першому обстеженні екстремальних значень. При повторному обстеженні дуже ймовірно, що результати або будуть нижчими (у випадку високого значення), або вищими (у випадку низького значення). З врахуванням відсутності інших шляхів підвищення валідності варто уникати залучення до дослідження індивідів з екстремальними значеннями досліджуваної характеристики.

*Якість дидактичних засобів.* Професійний рівень учителя, якість підготовленого дидактичного матеріалу тощо не можуть не позначитися на кінцевому результаті експериментального дослідження.

Зовнішня валідність пов'язана з узагальненням, вказуючи на впевненість, що результати дослідження, які стосуються вибірки, правильно репрезентують усю сукупність.

Мета будь-якого дослідження – встановити на основі статистичного аналізу одержаних емпіричних даних істинність чи хибність висловлених теоретичних припущень щодо зв'язку між характеристиками: зміна незалежної змінної не призводить до зміни залежної змінної або зміна незалежної змінної призводить до зміни залежної змінної. Перше формулювання називається нуль-гіпотезою і перевіряється у процесі статистичного аналізу, за результатами якого воно приймається або відхиляється (що означає, що приймається друге твердження, яке є альтернативним до першого).

Перевірці статистичної гіпотези передуює вирішення низки питань: вибір відгуку (залежної змінної), факторів впливу (незалежної змінної), рівнів для зазначених факторів (кількісні чи якісні, фіксовані чи випадкові), підбір варіантів поєднання рівнів факторів. Крім того, дослідник визначається з кількістю дослідів, порядком проведення експерименту, використанням методом рандомізації (рандомізація порядку виконання дослідів усереднює ефекти некерованих факторів і дозволяє досліднику вважати помилки обстеження взаємно незалежними, що надто важливо для статистичного аналізу),

математичною моделлю опису експерименту (вибір відгуку як функції факторів; врахування обмежень, які накладаються використаним методом рандомізації). В процесі експерименту дослідник збирає й аналізує дані, обчислює статистики і перевіряє гіпотези щодо правомірності поширення отриманих даних на сукупність, певним чином інтерпретує результати, робить відповідні узагальнення.

Загалом зв'язок між величинами характеризується напрямом, силою і надійністю. Надійність зв'язку між величинами суттєво залежить від того, наскільки репрезентативною є вибірка, іншими словами, наскільки статистики, обчислені у межах вибірки, дозволяють судити про аналогічні величини стосовно сукупності. Надійність зв'язку визначається тим, наскільки ймовірно, що виявлений у вибірці зв'язок буде знову виявлений на іншій вибірці, взятій з тієї ж сукупності. Очевидний спосіб перевірки надійності виявленого у дослідженні зв'язку – багаторазове повторення аналогічного дослідження на різних вибірках з тієї ж сукупності. Проте це трудомістко, іноді неможливо. Водночас питання перевірки надійності можна сформулювати по-іншому: якщо зв'язку у сукупності немає, то яка ймовірність даного випадкового результату дослідження. Точної відповіді на запитання стосовно наявності зв'язку у сукупності на основі виявленого зв'язку у вибірці дати не можливо; проте можна оцінити ймовірність того, наскільки зафіксований у вибірці зв'язок є випадковим. При цьому послуговуються теоретичними міркуваннями, побудованими на ідеях, що витікають з центральної граничної теореми.

**Контроль загроз валідності експериментального дослідження.** У плануванні експериментального дослідження важливою є оцінка ймовірності можливих загроз його валідності. Як показано вище, існує велика кількість можливих загроз валідності експериментального дослідження. У зв'язку із зазначеним, плануючи дослідження, дослідник ставить перед собою запитання: *Наскільки ймовірно, що дана загроза валідності може існувати у даному дослідженні?*

Щоб оцінити ймовірність можливих загроз валідності:

1. Ставлять запитання відносно відомих чи очікуваних специфічних факторів впливу на залежну змінну.

2. Визначають ймовірність того, що порівнювані групи відрізняються по кожному з цих факторів.

3. Оцінюють загрози на основі того, наскільки ймовірно, що зазначені фактори впливають на залежну змінну, і планують контроль за ними.

4. Встановлюють міру репрезентативності вибірок, пам'ятаючи, що результати дослідження можна поширювати тільки на ту сукупність, у межах якої утворено вибірки.

Дослідники переважно одностайні у тому, що однією з найскладніших проблем у виконанні експериментального дослідження є контроль побічних факторів. Насамперед від впливу побічних факторів прагнуть відмежуватися. Якщо це не вдається, то намагаються зробити такий вплив константним.

Те, що дослідник фіксує у процесі обстеження, можна поділити на сигнал і шум. Сигнал – це реакція залежної змінної на дію незалежної змінної. Шум – це реакція залежної змінної на дію побічних факторів. Дослідник завжди прагне так побудувати дослідження, щоб відношення сигналу до шуму було якомога більшим.

Якщо відгуком у дослідженні є характеристика, яка репрезентується низкою інших характеристик, то у дослідженні вибирають таку з них, яка найкраще (найточніше, найбільш адекватно тощо) відображає відгук.

Хороші дослідницькі плани мінімізують правдоподібність альтернативних пояснень гіпотетичного причинно-наслідкового зв'язку. Загалом три критерії потрібно задовольнити перед тим, як стверджувати, що між змінними характеристиками має місце причинно-наслідковий зв'язок:

- Часове передування. Причина має передувати наслідку. Відомо, що між інфляцією і безробіттям існує зв'язок, але не відомо, що чому передує.

- Коваріація передбачає обґрунтування того, що якщо діє причина, то обов'язково з'явиться наслідок; чим сильніше діє причина, тим відчутнішим буде наслідок.

- Відсутність альтернативних пояснень. Той факт, що між змінними встановлено зв'язок, ще не означає, що цей зв'язок причинно-наслідковий. Якщо у групі обстежувався відгук до дії експериментального фактора і після його дії, і встановлено відмінність між значеннями відгуку, то можна припустити, що експериментальний фактор є причиною змін відгуку. Проте могло бути й так, що у процесі дії експериментального фактора на відгук діяв інший фактор. Тому однозначної відповіді щодо причинно-наслідкового зв'язку зробити не можна. На допомогу приходить контрольна група. Якщо контрольна група піддавалась дії стороннього фактора і не зафіксовано помітних змін у відгуку, то наслідок можна приписати дії експериментального фактора.

**Алгоритм експериментального дослідження.** Загалом основними компонентами причинно-наслідкового дослідження є:

- \* Актуалізація проблеми дослідження.
- \* Формулювання дослідницького запитання.
- \* Виокремлення експериментального фактора.
- \* Визначення об'єктів вивчення.
- \* Виокремлення відгуку.
- \* Формулювання гіпотези.
- \* Розроблення дослідницького плану.
- \* Обстеження об'єктів.
- \* Інтервенція експериментального фактора.
- \* Повторне обстеження об'єктів.
- \* Аналіз результатів.
- \* Поширення результатів на сукупність.
- \* Апробація результатів.
- \* Опублікування результатів дослідження.

\* Відтворення результатів дослідження. Копіювання включає повторення дослідження з використанням таких же методів, але різних об'єктів та дослідників. Копіювання може також стосуватися застосування теорії у нових ситуаціях у зв'язку із спробою узагальнення на різних вікових групах, регіонах, культурах, етносах тощо. Копіювання важливе з декількох причин: доведення валідності і надійності одержаних результатів; з'ясування ролі зовнішніх факторів (копіювання усе-таки здійснюється у певних відмінних від попередніх умовах); застосування результатів до реальних ситуацій; навіювання нових досліджень, що поєднують попередні результати з аналогічних досліджень.

**Експериментальний метод у психології.** Основні особливості експерименту, що обумовлюють його силу, полягають у тому, що дослідник сам викликає досліджуване явище, замість того щоб чекати, як при об'єктивному спостереженні, поки випадковий потік явищ надасть йому можливість його спостерігати. Маючи можливість викликати досліджуване явище, дослідник може варіювати, змінювати умови, при яких протікає явище, замість того щоб, як при простому спостереженні, брати їх такими, якими йому їх подає випадок. Ізолюючи окремі умови й змінюючи одну з них при збереженні незмінними інших, дослідник тим самим виявляє значення окремих умов і встановлює закономірні зв'язки, що визначають досліджуваний ним процес. Виявляючи закономірні зв'язки між явищами, дослідник може варіювати умови не тільки в змісті їх наявності або відсутності, але й їх кількісних співвідношень. Як наслідок, встановлюються кількісні закономірності, що допускають математичне формулювання.

Основне завдання психологічного експерименту полягає в тім, щоб зробити доступними для об'єктивного зовнішнього спостереження істотні особливості внутрішнього психічного процесу. Для цього потрібно, варіюючи умови протікання зовнішньої діяльності, знайти ситуацію, при якій зовнішнє протікання акту адекватно відбиває його внутрішній психічний зміст. Завдан-

ня експериментального варіювання умов при психологічному експерименті полягає насамперед у тім, щоб розкрити правильність психологічної інтерпретації дії або вчинку, виключивши можливість всіх інших.

Первісний вундтовський експеримент був психофізіологічним експериментом. Він полягав, власне кажучи, в реєстрації фізіологічних реакцій, що супроводжують психічні процеси. Вундтовський експеримент будувався на дуалістичній теорії зовнішнього паралелізму психічного й фізіологічного. Ці методичні принципи лягли в основу експериментальної методики й визначили перші кроки експериментальної психології.

Але експериментальна методика проклала собі й інші шляхи. Істотним етапом були дослідження Г.Еббінгауза. Замість того щоб вивчати співвідношення між фізичними подразниками, фізіологічними процесами й супутніми їм явищами свідомості, зазначений автор направив експеримент на вивчення протікання самого психічного процесу в певних об'єктивних умовах.

Надалі експеримент у психології просувався від елементарних процесів відчуття до вищих психічних процесів; і з цим просуванням в інші області пов'язана зміна самого характеру експерименту. Від вивчення співвідношення окремого фізичного або фізіологічного подразника й відповідного йому психічного процесу він прийшов до вивчення закономірностей протікання самих психічних процесів у певних умовах. Із зовнішньої причини фізичні факти стали умовами психічного процесу.

З тих пір і головним чином за останні роки експеримент одержав дуже різноманітні форми й широке застосування у психології. При цьому деякі з новітніх експериментів відрізняються великою строгістю методики; за простою, добірністю й точністю результатів вони іноді не поступаються кращим зразкам, створених такими зрілими експериментальними науками, як, наприклад, фізика.

Проте проти лабораторного експерименту свого часу висувалися такі застереження: штучність експерименту, його аналітичність і абстрактність та вплив експериментатора.

Штучність експерименту або його віддаленість від життя обумовлена не тим, що в експерименті вилучаються деякі умови, які зустрічаються в життєвих ситуаціях. Штучним експеримент стає лише оскільки в ньому випадають істотні для досліджуваного явища умови. Якби теорія пам'яті Еббінгауза була правильною, тобто якби лише механічні повторення, чисто асоціативні зв'язки визначали відтворення, експерименти Еббінгауза не були б штучними.

Аналітичність і абстрактність значною мірою властива лабораторному експерименту. Експеримент, звичайно, розглядає досліджуваний процес ізольовано, усередині певної системи умов. Розкриття взаємозв'язку різних функцій і зміни в процесі розвитку законів протікання психічних процесів вимагають додаткових методичних засобів. Їх надають головним чином генетичний і патологічний методи. Експеримент у психології проводиться, звичайно, в умовах, далеких від тих, у яких протікає практична діяльність людини. Оскільки закономірності, які розкриває експеримент, загального, абстрактного характеру, то вони не дають можливості для безпосередніх висновків щодо організації людської діяльності. Спроба застосування цих абстрактних закономірностей на практиці перетворюється часто в механічне перенесення результатів, отриманих в одних умовах, на інші, нерідко зовсім різні.

Дуже складним й істотним є питання впливу дослідника на обстежуваного. Для подолання виникаючих у зв'язку з цим труднощів іноді прагнуть усунути безпосередній вплив дослідника й побудувати експеримент так, щоб сама ситуація, а не безпосереднє втручання дослідника (інструкція і т.п.) викликала у випробуваного акти, що підлягають дослідженню. Однак, оскільки експеримент завжди включає безпосередній або опосередкований вплив дослідника, то питання полягає не стільки в тім, щоб усунути цей вплив, скільки в тім, щоб правильно врахувати й організувати його.



При оцінці й тлумаченні результатів експерименту необхідно виявити й урахувати ставлення обстежуваного до експериментального завдання й дослідника. Це необхідно тому, що поведінка обстежуваного в експерименті – це не автоматична реакція, а конкретний прояв особистості, яка виражає своє ставлення до навколишнього. Це ставлення позначається на її поведінці в експериментальній ситуації.

Користуючись експериментальною методологією, не можна забувати того, що всяке втручання дослідника з метою вивчення психічних явищ разом з тим неминуче деформує природне протікання психічного життя особистості, виявляється засобом корисного або шкідливого впливу на неї. Необхідно також мати на увазі, що дані, отримані в експериментальній ситуації, можуть бути правильно витлумачені, тільки взяті в співвідношенні з умовами, у яких вони отримані.

Варто зазначити, що своєрідним варіантом експериментальної методології, яка представляє проміжну форму між спостереженням і експериментом, є метод природного експерименту, запропонований А. Ф. Лазурським. Його основна ідея – поєднання експериментальності дослідження з природністю умов – досить коштовна й значима. Конкретно ця ідея в Лазурського реалізується в такий спосіб: експериментальному впливу піддаються умови, у яких протікає досліджувана діяльність, сама ж діяльність обстежуваного спостерігається в її природному протіканні. Замість того, щоб переводити досліджувані явища в лабораторні умови, намагаються врахувати вплив і підібрати природні умови, що відповідають цілям дослідження. У цих відповідно підібраних умовах процеси, що підлягають вивченню, спостерігаються в їх природному протіканні, без втручання з боку дослідника.

### **Запитання**

*\* У чому унікальність експериментального дослідження?*

*\* Як здійснюється контроль зовнішніх змінних в експериментальному дослідженні?*

## **Завдання**

- \* Розкрийте суть квазіекспериментального дослідження.*
- \* Порівняйте кореляційне, квазіекспериментальне та експериментальне дослідження.*
- \* Розкрийте технологію виконання квазіекспериментального дослідження.*
- \* Охарактеризуйте загрози внутрішній валідності у квазіекспериментальних дослідженнях.*
- \* Розкрийте особливості аналізу даних квазіекспериментального дослідження.*
- \* Наведіть приклад проблеми, яка потребує квазіекспериментального дослідження.*
- \* Розкрийте сутнісні характеристики експериментального дослідження.*
- \* Наведіть приклади не рандомізованих експериментальних планів.*
- \* Наведіть приклади рандомізованих експериментальних планів.*
- \* Наведіть приклади квазірандомізованих експериментальних планів.*
- \* Наведіть приклад серійного експериментального плану.*
- \* Наведіть приклади експериментальних планів з одним суб'єктом.*
- \* Охарактеризуйте загрози внутрішній валідності в експериментальних дослідженнях.*
- \* Наведіть приклад проблеми, яка потребує експериментального дослідження.*

## **ГЛАВА 6. МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **§ 25. Раціональні експериментальні плани**

**Основні завдання планування експерименту.** Останнім часом математичні методи так глибоко проникли в експеримент, що з'явилась можливість створення його математичної теорії. Якщо раніше математичними методами послуговувались лише на останньому етапі дослідження – при

опрацюванні результатів обстеження, то тепер вони використовуються при формалізації апріорних відомостей, плануванні експерименту, опрацюванні його результатів, прийнятті рішення.

Проникнення математичних методів у експериментальні дослідження певною мірою зумовлене їх складністю, коли без ретельно продуманих прийомів виконання обстежень результати виявляються спотвореними. Ці спотворення обумовлюються (навіть у добре організованому дослідженні) дією неконтрольованих факторів (неоднорідність матеріалу, неконтрольований часовий дрейф тощо).

Тому одним з головних завдань у виконанні експериментального дослідження є нівелювання дії неконтрольованих факторів. Щоб нівелювати вплив на залежну змінну неконтрольованих факторів, експеримент необхідно рандомізувати, тобто усереднити їх дію шляхом випадкового упорядкування обстежень. Рандомізація порядку виконання обстежень усереднює ефекти неконтрольованих факторів. Проте повна рандомізація обстежень не завжди можлива. Як наслідок, доводиться використовувати плани експерименту з обмеженнями на рандомізацію.

Нехай досліджується вплив на залежну змінну одного фактора, який підтримується на шести рівнях, і на кожному рівні виконується по чотири обстеження. Звісно, що всього потрібно виконати 24 обстеження. Але в якому порядку? Якщо виконати спочатку усі обстеження на першому рівні, потім на другому і т.д. аж до шостого, то значення відгуку для першого і шостого рівнів можуть відрізнитися не тільки внаслідок зміни експериментального фактора, а й за рахунок неконтрольованої зміни з часом деяких інших характеристик. Щоб усереднити дію неконтрольованих факторів, 24 обстеження потрібно перемішати у часі їх проведення, тобто випадково упорядкувати послідовність з 24 обстежень. З цією метою на етапі планування експерименту можна використати гральний кубик. Якщо при його підкиданні випадає 1, то першим виконують обстеження на першому рівні експериментального факто-

ра. Якщо при чоговому його підкиданні випадає 5, то другим виконують обстеження на п'ятому рівні експериментального фактора. І т.д. аж поки по чотири рази не випаде кожна цифра. Якщо на якомусь рівні уже виконано чотири обстеження, а при підкиданні кубика випадає цифра, що відповідає цьому рівню, то результати підкидання не беруть до уваги. Це є єдиним обмеженням виконаної у такий спосіб рандомізації.

Загалом для визначення порядку виконання обстежень в експерименті з  $n$  факторами, кожний з яких підтримується на  $m$  рівнях, беруть для підкидання стільки предметів, скільки є факторів, при цьому кількість можливих результатів підкидання дорівнює кількості рівнів факторів. Тоді, якщо у випадку двох факторів при першому підкиданні на першому предметі випадає 2, а на другому 1, то першим виконується обстеження, у якому перший фактор підтримується на рівні 2, а другий фактор – на рівні 1. Перший і другий предмети підкидають до тих пір, поки на кожному рівні не отримають заплановану кількість обстежень. У цьому випадку обмеження на рандомізацію аналогічне до попередньо вказаного.

Універсальним способом упорядкування обстежень в експерименті з метою його рандомізації є виготовлення жетонів, що відповідають можливим варіантам обстежень і запланованій їх кількості для кожної з умов. Порядковий номер витягнутого з корзини жетона вказує на порядковий номер обстеження з зазначеними на ньому умовами. Обмеження на рандомізацію у цьому випадку пов'язані із зміною ймовірності виймання певного жетона по мірі їх зменшення у корзині; якщо жетони повертати назад у корзину, то обмеження на рандомізацію виникають у зв'язку з повторним вийманням того ж жетона і нехтуванням таким вийманням.

Слід зазначити, випадкове упорядкування обстежень з метою усереднення дії неконтрольованих факторів – не єдино можливий підхід. Загалом упорядкування обстежень відповідно до розробленого задуму, що володіє певними раціональними чи оптимальними властивостями, носить назву планування

експерименту. Планування експерименту дозволяє різко підвищити його точність, тобто визначити зв'язок між досліджуваними характеристиками з суттєво меншою похибкою у порівнянні з традиційним підходом. З іншого боку, мета планування експерименту – одержати більше інформації при менших затратах. У цілому, плануючи експеримент, дослідник вирішує, скільки і в якому порядку потрібно виконати обстеження.

**Однофакторні і багатофакторні експериментальні плани.** Найчастіше серед досліджень зустрічаються однофакторні експерименти. У випадку однофакторного експерименту дослідник довільно змінює рівні експериментального фактора і визначає відповідні значення відгуку. При цьому немає істотного значення, яким за природою є експериментальний фактор: кількісний чи якісний. У випадку експериментування з кількісним фактором дослідник може встановити закономірну залежність між відгуком (якщо це кількісна величина) і досліджуваним експериментальним фактором. У випадку експериментування з якісним фактором дослідник може встановити тенденцію у зміні відгуку залежно від зміни експериментального фактора.

Потрібно зазначити, що як природні, так і суспільні явища настільки складні, що величини і властивості, які їх характеризують, насправді пов'язані з великою кількістю інших величин і властивостей. У процесі дослідження дослідник прагне ізолюватись від цієї павутини зв'язків і, як правило, з'ясовує вплив на вибраний відгук одного фактора. Інколи це не можливо, і він змушений брати до уваги одночасну дію двох і більше факторів.

Найпростішим варіантом багатофакторного плану є випадок дослідження впливу на відгук двох факторів, кожний з яких підтримується на двох рівнях. Щоб його реалізувати, відбирають чотири групи: в першій групі перший і другий фактори діють на першому рівні. У другій групі перший фактор діє на першому рівні, другий – на другому. У третій групі перший фактор діє на другому рівні, другий – на першому. У четвертій групі перший і другий фактори діють на другому рівні. Зазначене вище можна представити у вигляді таблиці,

по горизонталі якої відкладається фактор  $X$  з двома рівнями (значеннями), по вертикалі – фактор  $Y$  з двома рівнями. Усе це можна представити так, як у таблиці (25.1).

Таблиця 25.1. План двофакторного експерименту з двома рівнями для кожного фактора

	$X_1$	$X_2$
$Y_1$		
$Y_2$		

Нехай дослідник планує дослідити ефективність впливу на рівень знань учнів методу навчання і величини класу, використовуючи у малому і великому класах диспут і лекцію. За результатами виконаного дослідження він одержав значення, представлені у таблиці (25.2).

Таблиця 25.2. Результати впливу факторів «метод навчання» і «величина класу» на успішність з історії

	$X_1$	$X_2$	Середнє
$Y_1$	46	38	42
$Y_2$	40	32	36
Середнє	43	35	

З таблиці (25.2) видно, що метод диспуту є ефективнішим за метод лекції як у малому, так і у великому класі, водночас малий клас є ефективнішим у порівнянні з великим як для методу диспуту, так і для методу лекції. Зазначене означає, що ніякої взаємодії між факторами методу і розміру класу за результатами даного дослідження не помічено.

Уявімо, що виконано аналогічне дослідження стосовно вивчення математики і отримано результати, представлені у таблиці (25.3).

Таблиця 25.3. Результати впливу факторів «метод навчання» і «величина класу» на успішність з математики

	$X_1$	$X_2$	Середнє
$Y_1$	48	42	45
$Y_2$	32	38	36
Середнє	40	40	

З таблиці (25.3) видно, що учні краще встигають у малій групі за умови використання обох методів навчання. Але учні у великому класі краще встигають, коли вони навчаються за допомогою методу лекції. Таким чином, не зважаючи на те, що загалом учні у малому класі встигають краще, ніж учні у великому класі, наскільки добре вони навчаються, залежить від того, яким методом вони навчаються. Сказане свідчить про взаємодію розглянутих двох факторів.

Припустимо, що у дослідженні описаної вище проблеми багатофакторний план не було використано. В такому випадку дослідник просто порівняв би два методи, не беручи до уваги розмір класу. Як наслідок, він помилково зробив би висновок про те, що методи не відрізняються за ефективністю (в обох випадках середнє дорівнює 40). З іншого боку, не диференціюючи методи навчання, можна припуститися помилкового висновку про те, що навчальний процес у малих групах завжди ефективніший у порівнянні з таким у великих групах. Використання багатофакторного плану дозволяє побачити, що ефективність методів навчання не є однаковою для різних розмірів класу, що вказує на зв'язок цих факторів. Як бачимо, багатофакторний експериментальний план має суттєву перевагу над однофакторним у тому сенсі, що дозволяє виявити зв'язок між факторами і встановити вплив їх взаємодії на відгук.

Як наслідок, у дослідженнях з декількома факторами дослідник виконує обстеження так, щоб варіювати усіма факторами одночасно на відміну від традиційного підходу, коли він вивчає дію кожного фактора окремо. У такому

випадку точність одержаних результатів тим більша, чим більша кількість факторів розглядається одночасно.

У багатофакторному плані можна вивчати одночасну дію на відгук будь-якої кількості факторів. Проте експериментальні плани з кількістю факторів, більшою, ніж три, практично не використовуються. Кількість рівнів для кожного з факторів може бути якою завгодно і різною. Кількість обстежень на кожному з рівнів для кожного з факторів теж може бути якою завгодно і різною.

Зрозуміло, що жодний навіть багатофакторний експериментальний план не охоплює усі фактори, які діють на відгук. До уваги беруться, як правило, основні фактори впливу. При цьому низка неконтрольованих факторів діє на відгук, причому одні фактори є стабільними щодо свого впливу, дія інших є змінною у часі чи просторі. Щоб усереднити їх дію, експеримент розтягують у часі чи просторі і виконують окремі обстеження у випадковому порядку, цим самим усереднюючи дію неконтрольованих факторів. Проте рандомізація багатофакторного експериментального плану інколи нашоухується на певні обмеження. Загалом, як і у випадку однофакторного експерименту, планування багатофакторного експерименту передбачає визначення кількості обстежень та їх упорядкування.

З наведеного вище можна зробити висновок про те, що експериментальні плани можуть суттєво відрізнятися між собою (скажімо, як рандомізовані і нерандомізовані). Напрошується також логічний висновок, що математичний апарат опрацювання результатів виконаного дослідження залежить від типу експериментального плану. Як наслідок, у будь-якому випадку точність експериментального дослідження визначається не тільки раціональністю його плану, але й адекватністю математичних методів опрацювання одержаних результатів.

Як правило, в опрацюванні результатів дослідження використовують дисперсійний аналіз, який дозволяє розмежувати дію на відгук як різних рівнів одного фактора, так і дію різних факторів чи їх комбінацій. З цією метою



виконується розклад дисперсії вибірки значень досліджуваної характеристики на складові, породжені рівнями одного фактора, незалежними факторами чи їх взаємодією. Кожна із цих складових дає оцінку дисперсії у сукупності. Для перевірки значущості цих оцінок порівнюють їх з оцінкою дисперсії, спричиненої тільки випадковим складом вибірки. Якщо з'ясовується, що рівні фактора позначаються на середньому значенні досліджуваної характеристики, то за допомогою певних процедур порівнюють попарно статистичну значущість різниць середніх, вирахованих для кожного з рівнів фактора. Аналогічно виконують дисперсійний аналіз у випадку декількох факторів та їх взаємодії.

**Однофакторні експериментальні плани без обмежень на рандомізацію.** У тих випадках, коли дослідник з'ясовує вплив на відгук одного фактора, експеримент називається однофакторним. Якщо дослідник переконаний у тому, що, крім експериментального фактора, на відгук не діють інші фактори, або їх дія не змінюється з часом, то він послідовно у довільному порядку виконує обстеження для кожного рівня експериментального фактора. Якщо дослідник у цьому не впевнений, то він намагатиметься виконати в однакових просторових умовах одночасно усі обстеження для різних рівнів експериментального фактора. Але для цього потрібна впевненість в ідентичності застосовуваного інструментарію, кваліфікації дослідників, залучених до експерименту, респондентів тощо. Якщо такої впевненості немає, то дослідник вимушений запланувати по кілька обстежень на кожному рівні експериментального фактора і виконати їх у випадковому порядку, щоб усереднити дію неконтрольованих факторів, змінних у часі.

За умови дотримання зазначеного вище експеримент з декількома рівнями фактора проводять у цілком випадковому порядку стосовно обстежень для рівнів фактора. План таким чином побудованого експерименту називається повністю рандомізованим. Доречно зазначити, що для повністю рандомізованих експериментальних планів не обов'язково виконувати одна-

кову кількість обстежень на кожному рівні фактора. У випадку повністю рандомізованого однофакторного експериментального плану кількість обстежень для кожного рівня фактора визначається з врахуванням вартості експерименту та інших критеріїв.

Щоб встановити, чи забезпечують відмінності рівнів статистично значущі відмінності у значеннях відгуку, використовують однофакторний дисперсійний аналіз. Модель однофакторного повністю рандомізованого експерименту можна представити таким чином:

$$y_{ij} = \mu + x_j + \varepsilon_{ij}, \quad (25.1)$$

де  $y_{ij}$  –  $i$ -те спостереження на  $j$ -ому рівні;

$\mu$  – загальний ефект усього експерименту;

$x_j$  – ефект  $j$ -ого рівня;

$\varepsilon_{ij}$  – випадкова похибка в  $i$ -ому спостереженні на  $j$ -ому рівні.

У випадку однофакторного повністю рандомізованого експериментального плану для усіх  $j$  (рівнів фактора) перевіряється гіпотеза  $H_0: x_j = 0$ . Якщо ця гіпотеза правильна, то ніякого впливу рівнів немає, і кожне спостереження  $y_{ij}$  є середнім сукупності  $\mu$  з випадковою похибкою  $\varepsilon_{ij}$ . Емпіричні дані представляють у вигляді таблиці (25.4).

У таблиці (25.4)  $Y_j$  – сума результатів обстеження на  $j$ -ому рівні;  $n_j$  – кількість обстежень на  $j$ -ому рівні;  $\bar{y}_{.j}$  – середнє значення результатів обстеження на  $j$ -ому рівні;  $Y_{..}$  – загальна сума результатів усіх обстежень.

Таблиця 25.4. Дані для однофакторного дисперсійного аналізу

Обстеження	1	2	...	$j$	...	$k$	
	$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1j}$	...	$y_{1k}$	
	$y_{21}$	$y_{22}$	...	$y_{2j}$	...	$y_{2k}$	
	...	...	...	...	...	...	
	$y_{i1}$	$y_{i2}$	...	$y_{ij}$	...	$y_{ik}$	

	...	...	...	...	...	...	
	$y_{n_11}$	$y_{n_22}$	...	$y_{n_jj}$	...	$y_{n_kk}$	
Суми	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	...	$Y_{.j}$	...	$Y_{.k}$	$Y_{..}$
Кількість спостережень	$n_1$	$n_2$	...	$n_j$	...	$n_k$	$N$
Середні	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	...	$\bar{y}_{.j}$	...	$\bar{y}_{.k}$	$\bar{y}_{..}$

Гіпотеза  $H_0: x_j = 0$  перевіряється на рівні ймовірності  $\alpha$  з використанням статистики:

$$F_{k-1, N-k} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2 / (k-1)}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \bar{y}_{.j})^2 / (N-k)}, \quad (25.2)$$

де  $k$  – кількість рівнів фактора;

$N$  – загальна кількість обстежень;

$$\bar{y}_{..} = \sum_{j=1}^k n_j \bar{y}_{.j} / N;$$

$$\bar{y}_{.j} = \sum_{i=1}^{n_j} y_i / n_j.$$

Якщо обчислене значення статистики менше критичного значення, то  $H_0: x_j = 0$  приймається, у противному випадку статистична гіпотеза відхиляється. Якщо  $H_0: x_j = 0$  відхиляється, то це означає, що різні рівні експериментального фактора спричиняють неоднаковий вплив на відгук. Отже, постає завдання встановити, які з рівнів досліджуваного фактора статистично значущо відрізняються між собою за впливом на відгук. Відповіді на запитання відносно середніх можна одержати двома шляхами залежно від того, коли був зроблений вибір щодо контрастів між середніми – до експерименту чи після. У випадку “після” використовують множинний ранговий критерій Дункана, що передбачає:

1. Упорядкування  $k$  середніх значень від найменшого до найбільшого.
2. Виписування з таблиці дисперсійного аналізу значення середнього квадрату похибки з відповідною кількістю ступенів вільності.

3. Підрахунок нормованої похибки середнього для кожного обстеження:

$$S_{\bar{y}.j} = \sqrt{\frac{\text{Середній квадрат похибки}}{\text{Кількість спостережень в } \bar{y}.j}}$$

4. Виписування з таблиці Дункана ( $k-1$ ) значень значущих рангів з вибраною ймовірністю  $\alpha$ , числом  $n_2$ , що дорівнює кількості ступенів вільності середнього квадрату похибки, і  $p = 2, 3, \dots, k$ .

5. Множення цих значень рангів на  $s_{\bar{y}.j}$ .

6. Перевірка одержаних різниць між середніми, починаючи з крайніх; порівняння різниці між максимальним і мінімальним значеннями середнього з найменшим значущим рангом при  $p = k$ , знаходження різниці максимального середнього і першого, що перевищує мінімальне, і порівняння її з найменшим значущим рангом при  $p = k - 1$  і т. д. Таке порівняння виконується для другого за величиною середнього, що порівнюється з найменшим і т. д., аж поки не будуть досліджені усі  $k(k - 1)/2$  можливі пари. Різниця між двома середніми не може бути об'явлена значущою, якщо ці два середні значення містяться у підмножині з незначущим рангом.

Нехай досліджувався вплив експериментального фактора  $X$  на відгук  $Y$ . У процесі експерименту використано чотири рівні зазначеного фактора, на кожному рівні виконано по п'ять обстежень. Результати експерименту представлені у таблиці (25.5).

Таблиця 25.5. Результати вивчення впливу фактора  $X$  на відгук  $Y$

Рівні Спостереження	I	II	III	IV
1	56	64	45	42
2	55	61	46	39

3	62	50	45	45
4	59	55	39	43
5	60	56	43	41

У таблиці (25.6) наводяться результати дисперсійного аналізу одержаних даних.

Таблиця 25.6. Результати дисперсійного аналізу одержаних даних

Джерело мінливості	Кількість ступенів вільності	Сума квадратів	Середній квадрат	Математичне очікування середніх квадратів
Між обстеженнями	3	1135,0	378,3	$\sigma_e^2 + 5\sigma_T^2$
Для кожного спостереження	16	203,2	12,7	$\sigma_e^2$
Сума	19	1338,2		

У таблиці (25.7) наводяться закодовані дані, подані у таблиці (25.5). З метою спрощення підрахунків у процесі дисперсійного аналізу емпіричні дані кодують, віднімаючи від кожного значення певне число. Ця процедура ніяк не позначається на величині  $F$ -критерію.

Використовуючи дані таблиці (25.7), обчислюємо середні значення відгуку для чотирьох обстежень: 8,4; 7,2; -6,4; -8,0.

1. Упорядковуємо середні: -8,0; -6,4; 7,2; 8,4.

2. З таблиці 25.6 виписуємо середній квадрат похибки з 16 ступенями вільності: 12,7.

Таблиця 25.7. Закодовані експериментальні дані

Обстеження	I	II	III	IV	
	6	14	-5	-8	
	5	11	-4	-11	

	12	0	-5	-5	
	9	5	-11	-7	
	10	6	-7	-9	
$Y_j$	42	36	-32	-40	$Y_{..} = 6$
$n_j$	5	5	5	5	$N=20$
$\sum_{i=1}^{n_j} y_i^2$	386	378	236	340	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} y_{ij}^2$ = 1340

3. Обчислюємо нормовану похибку середнього:  $s_{\bar{y}_j} = \sqrt{\frac{12,7}{5}} = 1,59$ .

4. З таблиці Дункана для  $n_2=16$  і  $\alpha = 0,05$  виписуємо значущі ранги:  $p_2 = 3,00$ ;  $p_3 = 3,15$ ;  $p_4 = 3,23$ .

5. Множимо найменші значущі ранги на нормовану похибку 1,59:  $\tilde{p}_2 = 4,77$ ;  $\tilde{p}_3 = 5,01$ ;  $\tilde{p}_4 = 5,13$ .

6. Обчислюємо різниці середніх і порівнюємо їх з найменш значущими рангами:

$$IV - I = 16,4 > 5,13;$$

$$III - I = 14,8 > 5,01;$$

$$II - I = 1,2 < 4,77;$$

$$IV - II = 15,2 > 5,01;$$

$$III - II = 13,6 > 4,77;$$

$$IV - III = 1,6 < 4,77.$$

З наведених результатів робимо висновок про значущу відмінність для першого і четвертого, першого і третього, другого і четвертого та другого і третього рівнів експериментального фактора.

Використовуючи дисперсійний аналіз, потрібно пам'ятати передумови, покладені в його основу: експериментальний процес керований; розподіл

досліджуваної характеристики в сукупності, з якої утворюється вибірка, нормальний; дисперсії помилок для усіх рівнів фактора однорідні.

**План двофакторного експерименту без обмежень на рандомізацію.** Якщо кожний із факторів підтримувати на двох рівнях, то план такого експерименту можна представити так, як показано у таблиці (25.8).

З таблиці (25.8) видно, що для кожної комбінації рівнів факторів виконується однакова кількість обстежень  $n$ . Констатований факт не є обов'язковим: кількість спостережень у кожній комірці матриці планування експерименту може бути різною. Щоб рандомізувати наведений експериментальний план, на кожне обстеження  $z_{(ij)_k}$  заводять жетон. Жетони поміщають у корзину і виймають їх випадково по одному. Порядковий номер вийнятого жетона відповідає порядковому номеру обстеження з зазначеними на жетоні рівнями факторів. Потрібно зазначити, що за таким же принципом будується план двофакторного експерименту з будь-якою кількістю рівнів факторів. До того ж, кількість рівнів може бути різною для різних факторів.

Таблиця 25.8. План двофакторного експерименту з двома рівнями для кожного фактора

		Фактор Y	
		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Фактор X	X <sub>1</sub>	$z_{(11)_1}, \dots, z_{(11)_n}$	$z_{(12)_1}, \dots, z_{(12)_n}$
	X <sub>2</sub>	$z_{(21)_1}, \dots, z_{(21)_n}$	$z_{(22)_1}, \dots, z_{(22)_n}$

Статистичну значущість відмінностей значень відгуку для різних комбінацій рівнів факторів встановлюють за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу.

У випадку одночасної дії на відгук двох факторів і повністю рандомізованого експериментального плану одержані результати позначають за допомогою:

$$z_{(ij)k} = \mu + x_i + y_j + x_i y_j + e_{(ij)k}, \quad (25.2)$$

де  $i$  набуває значень від 1 до  $I$ ,  $j$  – набуває значень від 1 до  $J$ ,  $k$  – набуває значень від 1 до  $K$ ,  $x_i y_j$  – ефект взаємодії факторів  $X$  і  $Y$ .

Окрім самостійного впливу незалежної змінної на залежну, дослідники часто цікавляться, чи буде такий вплив для даної змінної однаковим для усіх рівнів іншої незалежної змінної. Якщо вплив неоднаковий, то кажуть, що існує взаємодія між двома незалежними змінними. Ефект взаємодії між факторами  $X$  і  $Y$  має місце тоді, коли відмінності значень відгуку для двох рівнів фактора  $X$  різні для різних рівнів фактора  $Y$ .

У випадку двофакторного дисперсійного аналізу нульова гіпотеза записується у вигляді:

$$H_0: \bar{\mu}_{.1} = \dots = \bar{\mu}_{.I}.$$

$$H_0: \bar{\mu}_{.1} = \dots = \bar{\mu}_{.J}$$

$$H_0: x_i y_j = 0 \text{ (для всіх } x_i \text{ і } y_j \text{)}.$$

Середні квадрати обчислюють, користуючись співвідношеннями:

$$MS_X = \frac{SS_X}{I-1}; MS_Y = \frac{SS_Y}{J-1}; MS_{XY} = \frac{SS_{XY}}{(I-1)(J-1)}; MS_w = \frac{SS_w}{IJ(K-1)}.$$

$$SS_X = \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{JK} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IJK}.$$

$$SS_Y = \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IK} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IJK}.$$

$$SS_{XY} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{K} - \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{JK} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IJK} - \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IK}.$$

$$SS_w = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk}^2 - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{K}.$$

На основі емпіричних даних обчислюють:



$$F_X^e = \frac{MS_X}{MS_w}; F_Y^e = \frac{MS_Y}{MS_w}; F_{XY}^e = \frac{MS_{XY}}{MS_w}.$$

Одержані значення порівнюють з критичними значеннями (див. табл. «Процентні точки F-розподілу») для  $F_X \Rightarrow {}_{\alpha}F_{I-1, J(K-1)}$ ;  $F_Y \Rightarrow {}_{\alpha}F_{J-1, I(K-1)}$ ;  $F_{XY} \Rightarrow {}_{\alpha}F_{(I-1)(J-1), I(K-1)}$ . Якщо  $F_X^e \leq {}_{\alpha}F_{I-1, J(K-1)}$ , то відповідна нуль-гіпотеза приймається. Якщо  $F_Y^e \leq {}_{\alpha}F_{J-1, I(K-1)}$ , то відповідна нуль-гіпотеза приймається. Якщо  $F_{XY}^e \leq {}_{\alpha}F_{(I-1)(J-1), I(K-1)}$ , то відповідна нуль-гіпотеза приймається. При використанні таблиці «Процентні точки F-розподілу» горизонтальні значення ступеня вільності відповідають першому індексу, вертикальні – другому у записі  $F_{*,*}$ . Зазначені вище співвідношення справедливі, якщо кількість обстежень для усіх можливих поєднань рівнів факторів однакова.

У випадку неоднакової кількості обстежень для різних поєднань рівнів факторів обчислюють  $\bar{z}_{ij}$  для кожного  $i$  та  $j$ . Як наслідок одержують модифіковані дані з рівною кількістю спостережень ( $I$ ) у кожній комірці. Тож, можна було б скористатися попередньо методикою для перевірки статистичної гіпотези, якби можна було обчислити  $MS_w = \frac{SS_w}{IJ(K-1)}$ . Щоб обійти

зазначену трудність, обчислюють  $SS_w = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk}^2 - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^{k_{ij}} x_{ijk})^2}{k_{ij}}$ , користую-

чись первинними даними, і множать одержаний результат на коефіцієнт  $c$

$= \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{1}{k_{ij}}}{IJ}$ , одержуючи таким чином величину  $MS_w^*$ . Обчислені емпіричні значення статистик порівнюють з критичними (див. табл. «Процентні точки F-розподілу»).

У якості критичних значень використовують  ${}_{\alpha}F_{I-1, N-I}$ ,  ${}_{\alpha}F_{J-1, N-I}$ ,  ${}_{\alpha}F_{(I-1)(J-1), N-I}$ . Якщо емпіричне значення менше відповідного критичного значення, то нуль-гіпотеза приймається.

Якщо нуль-гіпотеза відхиляється, то твердження типу «не усі генеральні середні можна вважати рівними» часто є не достатньо інформативними.

Нерідко дослідник прагне дізнатися, які з попарно вибраних  $\mu_i$  чи  $\mu_j$  статистично значущо відрізняються між собою. З цією метою він обчислює усі можливі різниці  $z_{i..} - z_{i^*..}$  і ділить їх на  $\sqrt{MS_w / KJ}$ , одержуючи емпіричні значення стьюдентизованого розмаху, які порівнюються з табличним критичним  $_{1-\alpha} q_{I,N-I}$ . Якщо  $q_e \leq _{1-\alpha} q_{I,N-I}$ , то нуль-гіпотеза приймається, у противному випадку констатується статистично значуща різниця між  $z_{i..} - z_{i^*..}$ . Аналогічно записують співвідношення для попарного порівняння впливу рівнів фактора  $Y$ . З цією метою обчислюють усі можливі різниці  $z_{.j.} - z_{.j^*}$  і ділять їх на  $\sqrt{MS_w / KI}$ , одержуючи емпіричні значення стьюдентизованого розмаху, які порівнюються з критичним значенням  $_{1-\alpha} q_{J,N-I}$ . Якщо  $q_e \leq _{1-\alpha} q_{J,N-I}$ , то нуль-гіпотеза приймається, у противному випадку констатується статистично значуща різниця між  $z_{.j.} - z_{.j^*}$ . Зазначеною методикою можна скористатися у випадку, коли кількість обстежень на кожному рівні однакова.

Із зазначеного робимо висновок про доцільність у випадку неоднакової кількості (приблизно однакової) обстежень для усіх можливих співвідношень рівнів факторів випадково вилучити окремі обстеження, щоб добитися їх рівності для кожного поєднання рівнів факторів і скористатися наявними методами перевірки нуль-гіпотези і (у випадку її відхилення) виокремлення пар обстежень, що статистично значущо відрізняються між собою.

**План трифакторного експерименту без обмежень на рандомізацію.** Якщо досліджується вплив на відгук трьох факторів, кожний з яких може перебувати на трьох рівнях, то матрицю експериментального плану можна представити так, як представлено у таблиці (25.9).

З таблиці (25.9) видно, що для кожної комбінації рівнів факторів заплановано виконати однакову кількість спостережень  $n$ . Можна, звичайно побудувати експериментальні плани з різною кількістю дослідів у кожній комірці матриці планування.

Таблиця 25.9. План трифакторного експерименту

для трьох рівнів факторів

Фактор Y	Фактор Z	Фактор X		
		1	2	3
1	1	$u_{(11)1}, \dots, u_{(11)n}$	$u_{(21)1}, \dots, u_{(21)n}$	$u_{(31)1}, \dots, u_{(31)n}$
	2	$u_{(12)1}, \dots, u_{(12)n}$	$u_{(22)1}, \dots, u_{(22)n}$	$u_{(32)1}, \dots, u_{(32)n}$
	3	$u_{(13)1}, \dots, u_{(13)n}$	$u_{(23)1}, \dots, u_{(23)n}$	$u_{(33)1}, \dots, u_{(33)n}$
2	1	$u_{(12)1}, \dots, u_{(12)n}$	$u_{(22)1}, \dots, u_{(22)n}$	$u_{(32)1}, \dots, u_{(32)n}$
	2	$u_{(122)1}, \dots, u_{(122)n}$	$u_{(222)1}, \dots, u_{(222)n}$	$u_{(322)1}, \dots, u_{(322)n}$
	3	$u_{(123)1}, \dots, u_{(123)n}$	$u_{(223)1}, \dots, u_{(223)n}$	$u_{(323)1}, \dots, u_{(323)n}$
3	1	$u_{(13)1}, \dots, u_{(13)n}$	$u_{(23)1}, \dots, u_{(23)n}$	$u_{(33)1}, \dots, u_{(33)n}$
	2	$u_{(132)1}, \dots, u_{(132)n}$	$u_{(232)1}, \dots, u_{(232)n}$	$u_{(332)1}, \dots, u_{(332)n}$
	3	$u_{(133)1}, \dots, u_{(133)n}$	$u_{(233)1}, \dots, u_{(233)n}$	$u_{(333)1}, \dots, u_{(333)n}$

Зазначений план піддається рандомізації. Для цього, як і в попередніх випадках, виготовляють жетони для кожного поєднання рівнів факторів у кількості, що відповідає кількості обстежень для даного поєднання рівнів, і виймають їх по чергово по одному. Порядковий номер вийнятого жетона відповідає порядковому номеру спостереження з зазначеним на ньому поєднанням рівнів факторів.

Дисперсійний аналіз експериментальних даних дозволяє дати відповідь на запитання стосовно статистично значущого впливу кожного з факторів, їх попарної взаємодії, а також одночасного впливу усіх трьох факторів.

У випадку одночасної дії на відгук трьох факторів і повністю рандомізованого експериментального плану одержані результати позначають за допомогою:

$$u_{(ijk)l} = \mu + x_i + y_j + z_k + x_i y_j + x_i z_k + y_j z_k + x_i y_j z_k + e_{(ijk)l}, \quad (25.3)$$

де  $i$  набуває значень від  $1$  до  $I$ ,  $j$  – набуває значень від  $1$  до  $J$ ,  $k$  – набуває значень від  $1$  до  $K$ ,  $l$  набуває значень від  $1$  до  $n$ .

У випадку трифакторного дисперсійного аналізу нульова гіпотеза записується у вигляді:

$$H_0: \bar{\mu}_{.1} = \dots = \bar{\mu}_{.I}.$$

$$H_0: \bar{\mu}_{.1} = \dots = \bar{\mu}_{.J}$$

$$H_0: \bar{\mu}_{..1} = \dots = \bar{\mu}_{..K}$$

$$H_0: x_i y_j = 0,$$

$$H_0: x_i z_k = 0,$$

$$H_0: y_j z_k = 0,$$

$$H_0: x_i y_j z_k = 0$$

Середні квадрати обчислюють, користуючись співвідношеннями:

$$MS_X = \frac{SS_X}{I-1}; MS_Y = \frac{SS_Y}{J-1}; MS_Z = \frac{SS_Z}{K-1}; MS_{XY} = \frac{SS_{XY}}{(I-1)(J-1)}; MS_{XZ} = \frac{SS_{XZ}}{(I-1)(K-1)};$$

$$MS_{YZ} = \frac{SS_{YZ}}{(J-1)(K-1)}; MS_{XYZ} = \frac{SS_{XYZ}}{(I-1)(J-1)(K-1)}; MS_w = \frac{SS_w}{IJK(n-1)}.$$

$$SS_X = \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{JKn} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_Y = \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IKn} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_Z = \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJn} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_{XY} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{Kn} - \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{JKn} -$$

$$\sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IKn} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_{XZ} = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{Jn} - \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{JKn} -$$

$$\sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJn} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_{YZ} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{In} - \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IKn} -$$

$$- \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJn} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_W = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l}^2 - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{n}$$

На основі емпіричних даних обчислюють:

$$F_X^e = \frac{MS_X}{MS_w}; F_Y^e = \frac{MS_Y}{MS_w}; F_Z^e = \frac{MS_Z}{MS_w}; F_{XY}^e = \frac{MS_{XY}}{MS_w}; F_{XZ}^e = \frac{MS_{XZ}}{MS_w}; F_{YZ}^e = \frac{MS_{YZ}}{MS_w}.$$

Одержані значення порівнюють з критичними табличними значеннями (див. табл. «Процентні точки F-розподілу») для  $F_X \Rightarrow_{\alpha} F_{I-1, JK(n-1)}$ ;  $F_Y \Rightarrow_{\alpha} F_{J-1, IK(n-1)}$ ;

$F_Z \Rightarrow_{\alpha} F_{K-1, JK(n-1)}$ ;  $F_{XY} \Rightarrow_{\alpha} F_{(I-1)(J-1), IK(n-1)}$ ;  $F_{XZ} \Rightarrow_{\alpha} F_{(I-1)(K-1), JK(n-1)}$ ;  $F_{YZ} \Rightarrow_{\alpha} F_{(J-1)(K-1), IK(n-1)}$ . Якщо

$$F_X^e \leq_{\alpha} F_{I-1, JK(n-1)}, F_Y^e \leq_{\alpha} F_{J-1, IK(n-1)}, F_Z^e \leq_{\alpha} F_{K-1, JK(n-1)}, F_{XY}^e \leq_{\alpha} F_{(I-1)(J-1), IK(n-1)}$$

$F_{XZ}^e \leq_{\alpha} F_{(I-1)(K-1), JK(n-1)}$ ,  $F_{YZ}^e \leq_{\alpha} F_{(J-1)(K-1), IK(n-1)}$ , то відповідні нуль-гіпотези приймаються.

При використанні таблиці «Процентні точки F-розподілу» горизонтальні значення ступеня вільності відповідають першому індексу, вертикальні – другому у записі  $F_{*,*}$ . А як діяти, щоб перевірити статистичну значущість впливу на відгук взаємодії трьох факторів?

Вплив різних рівнів фактора на відгук порівнюють за наведеною вище методикою. Зазначені вище співвідношення справедливі, якщо кількість обстежень для усіх можливих поєднань рівнів факторів однакова. То ж, для зручності, якщо умови дослідження дозволяють, вирівнюють кількість обстежень для різних комбінацій рівнів факторів.

Потрібно зазначити, що при більшій кількості факторів матриця планування суттєво ускладнюється, виникають серйозні труднощі у проведенні експерименту та аналізі його результатів.

**Експериментальні плани з обмеженнями на рандомізацію.** В експериментальній практиці мають місце випадки, коли на рандомізацію дії неконтрольованих факторів накладаються певні обмеження.

Нехай дослідник хоче перевірити ефективність чотирьох методів активізації пізнавальної діяльності у випускному класі початкової школи.

Традиційно дослідник мав би утворити випадкову вибірку з четвертокласників і використовувати протягом кожної з чотирьох чвертей один з чотирьох досліджуваних методів активізації пізнавальної активності учнів, щоб згодом порівняти їхню відносну ефективність. Якщо дослідник підозріває, що на пізнавальну активність учнів діють сторонні фактори, різні у кожній з чвертей, то він поділить кожну чверть на чотири рівні частини (практично по два навчальні тижні у кожній частині) і, таким чином, виконає не чотири, а шістнадцять обстежень пізнавальної активності, випадково упорядкувавши їх перед цим. Такий експериментальний план був би повністю рандомізованим.

Проте такий план не завжди можна практично реалізувати. Використовуючи чотири методи активізації пізнавальної активності у кожній з чвертей, можна усереднити дію неконтрольованих факторів у часі, тим самим рандомізувавши експериментальний план. Водночас існує проблема з випадковою вибіркою молодших школярів. Утворити випадкову вибірку у межах країни, області, району, населеного пункту, навіть, навчального закладу не можливо. Як наслідок, дослідник використовує до нього утворені класи з прикріпленими до них класоводами, що накладає певні обмеження на рандомізацію. За таких обставин скористатися у дослідженні одним, навіть випадково вибраним четвертим класом, дослідник не може, а тому він вирішує залучити до дослідження чотири паралельні класи, щоб усереднити методичний рівень класоводів, інтелектуальний рівень учнів та інші сторонні фактори. І тут перед ним відкриваються різні можливості щодо планування експерименту.

*Змішаний експериментальний план.* Якщо дослідник вирішив протягом навчального року не міняти методи активізації пізнавальної активності учнів, використовуючи різні методи у різних паралельних класах, то план такого експериментального дослідження можна представити так, як показано у таблиці (25.10).

Таблиця 25.10. Змішаний експериментальний план

класи чверті	А	Б	В	Г
I	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
II	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
III	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
IV	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$

Такий експериментальний план носить назву змішаного, так як з його використанням не можна відділити ефект методу активізації пізнавальної діяльності від інших можливих чинників ефективності навчання (методичний рівень класоводів, інтелектуальні здібності учнів тощо). У таблиці 25.10 символом  $X$  позначено досліджувану характеристику (пізнавальну активність учнів), а індексом біля нього – один з чотирьох методів активізації пізнавальної активності. З цієї таблиці видно, що у чистому вигляді порівняти будь-які середні значення чотирьох обстежень пізнавальної активності учнів (для одного методу її активізації) не можливо, оскільки до ефекту використаного методу активізації додаються впливи неконтрольованих чинників (методичний рівень класовода, рівень інтелектуальних здібностей учнів тощо).

*Випадковий експериментальний план.* Видається, що неконтрольовані чинники (методичний рівень, інтелектуальні здібності тощо) можна було б усереднити шляхом випадкового використання методів активізації пізнавальної активності учнів, що наводиться у таблиці (25.11).

Таблиця 25.11. Випадковий експериментальний план

класи чверті	А	Б	В	Г
I	$x_3$	$x_1$	$x_4$	$x_1$
II	$x_1$	$x_1$	$x_3$	$x_4$
III	$x_4$	$x_2$	$x_2$	$x_2$
IV	$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_3$

На перший погляд можна вважати, що задум дослідника бездоганний. Проте уважне вивчення наведеного плану експерименту дозволяє виявити у ньому певні недоліки. Порівнювати методи на основі використання результатів пізнавальної активності учнів чотирьох паралельних класів не можна з тієї причини, що вони неоднаково часто представлені у кожному з них. Зокрема, перший метод протягом двох чвертей використовується класоводом *Б*-класу, але зовсім не використовується класоводом *В*-класу. Аналогічне можна сказати й про інші методи. До того ж, перший метод двічі використовується у першій чверті, але жодного разу не використовується у четвертій чверті. Аналогічне можна сказати й про інші методи. А це призводить до того, що фактори методичного рівня класовода та часового дрейфу не усереднюються і цим самим спотворюють істинний вплив методу на пізнавальну активність.

*Блочний випадковий експериментальний план.* План, в якому виконується вимога, щоб кожний метод один раз (протягом чверті) використовувався у кожному з класів, представлено у таблиці (25.12).

Таблиця 25.12. Блочний випадковий експериментальний план

Класи чверті	А	Б	В	Г
I	$x_2$	$x_4$	$x_1$	$x_3$
II	$x_3$	$x_3$	$x_2$	$x_4$
III	$x_1$	$x_2$	$x_4$	$x_2$
IV	$x_4$	$x_1$	$x_3$	$x_1$

Проте у такому плані не витримується вимога, щоб у кожній чверті однаково часто використовувалися усі чотири методи активізації пізнавальної активності учнів. І якщо друга і третя чверті найбільш сприятливі для навчання, то перший і третій методи активізації пізнавальної діяльності учнів не використовують свої потенціальні можливості повною мірою. Як бачимо, у такому експериментальному плані усереднюється неконтрольований вплив методич-



ної підготовки класоводів, але з ефектом методу все ще змішаний часовий фактор. Слід зазначити, що у блочному випадковому експериментальному плані можна відділити від ефекту методу часовий фактор, але при цьому залишається суміш методу з методичною підготовкою класовода.

*Латинський квадрат.* Щоб ліквідувати зазначений недолік попереднього експериментального плану, використовують схему латинського квадрата (див. табл. 25.13).

Таблиця 25.13. Планування експерименту за схемою латинського квадрата

Чверті	Класи			
	А	Б	В	Г
I	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
II	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$
III	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$
IV	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$

З таблиці (25.13) видно, що кожний метод використовується кожним класоводом протягом однієї чверті. А це означає, що кожний метод у своєму впливі на пізнавальну активність однаково збурений як методичним рівнем класоводів, так і часовим фактором. Іншими словами, неконтрольовані фактори усереднюються у своїй дії і не змішуються з впливом методу. Як бачимо, у такому експериментальному плані видається можливим відділити експериментальний фактор від неконтрольованих побічних чинників, що є метою рандомізації експериментального плану.

Обмеженням експериментального плану, побудованого за схемою латинського квадрата, є однакова кількість рівнів двох неконтрольованих факторів та рівнів експериментального фактора. До речі, латинський квадрат може максимально мати по 8 рівнів кожного з факторів.

Греко-латинський квадрат використовують у випадку чотирьох факторів, один з яких експериментальний, а три неконтрольовані. Якщо у попередньому прикладі врахувати фактор порядку уроку ( $\alpha$  – перший урок,  $\beta$  – другий урок,  $\gamma$  – третій урок,  $\delta$  – четвертий урок), то план експерименту набуде вигляду (див. табл. 25.14):

Таблиця 25.14. Планування експерименту за схемою недосконалого греко-латинського квадрата

Чверті	Класи			
	А	Б	В	Г
I	$x_1\delta$	$x_2\alpha$	$x_3\beta$	$x_4\gamma$
II	$x_2\alpha$	$x_3\beta$	$x_4\gamma$	$x_1\delta$
III	$x_3\beta$	$x_4\gamma$	$x_1\delta$	$x_2\alpha$
IV	$x_4\gamma$	$x_1\delta$	$x_2\alpha$	$x_3\beta$

У наведеному плані експерименту перший – четвертий уроки однаково часто зустрічаються як у класах, так і чвертях. Проте кидається в очі одна суттєва вада такого експериментального плану: перший метод використовується виключно на четвертому уроці, другий метод – виключно на першому уроці, третій – на другому, четвертий – на третьому. Нерівномірний розподіл методів активізації пізнавальної активності учнів у часі навчального дня не може не позначатися на їхній пізнавальній активності. Тому такий план потребує удосконалення. А саме, на додаток до уже сформульованих вимог потрібно домогтися, щоб кожний метод використовувався на кожному уроці. План такого експерименту подається у таблиці (25.15).

Таблиця 25.15. Планування експерименту за схемою досконалого греко-латинського квадрата

Чверті	Класи			
	А	Б	В	Г
I				
II				
III				
IV				

	А	Б	В	Г
I	$x_1\alpha$	$x_2\beta$	$x_3\gamma$	$x_4\delta$
II	$x_2\gamma$	$x_1\delta$	$x_4\alpha$	$x_3\beta$
III	$x_3\delta$	$x_4\gamma$	$x_1\beta$	$x_2\alpha$
IV	$x_4\beta$	$x_3\alpha$	$x_2\delta$	$x_1\gamma$

У порівнянні з попереднім експериментальним планом структура останнього дещо змінилася. Мабуть, можна побудувати декілька варіантів греко-латинських квадратів? А якщо це так, то можна спробувати дослідити, як позначається загалом структура експерименту (послідовність зміни умов експерименту – навчального процесу) на результатах навчальних досягнень учнів.

### **Запитання**

- \* *Яка модель дисперсійного аналізу використовується у випадку експериментального плану за схемою латинського квадрата?*
- \* *Яка модель дисперсійного аналізу використовується у випадку експериментального плану за схемою досконалого греко-латинського квадрата?*
- \* *Який експериментальний план є рандомізованим?*
- \* *Яку перевагу має багатофакторний експеримент у порівнянні з однофакторним?*
- \* *Яку мету переслідує рандомізація експериментального плану?*

### **Завдання**

- \* *Запишіть математичні співвідношення для перевірки гіпотези щодо ефекту взаємодії трьох факторів.*
- \* *Побудуйте матрицю трифакторного експериментального плану з трьома рівнями для кожного фактора по одному обстеженню у кожній комірці матриці.*
- \* *Скориставшись таблицею випадкових чисел, визначте порядок виконання обстежень, передбачених матрицею розробленого Вами плану.*
- \* *Назвіть характерну ознаку однофакторного експерименту.*

\* *Проілюструйте на прикладі рандомізацію порядку обстежень в експериментальному дослідженні.*

\* *Наведіть приклад експериментального плану з рандомізацією дії неконтрольованого змінного у часі фактора.*

\* *Побудуйте план рандомізованого двофакторного експерименту з двома рівнями для кожного фактора і п'ятьма обстеженнями для кожної комбінації рівнів факторів.*

\* *Наведіть приклад багатофакторного експериментального плану.*

## **§ 26. Оптимальні експериментальні плани**

**Сутнісні ознаки оптимального експерименту.** Виконати коректне експериментальне дослідження без попереднього його планування не можливо. Планування експерименту – це процедура вибору кількості та умов проведення обстежень, необхідних і достатніх для розв'язання поставленої задачі з потрібною точністю. Планування застосовується у будь-якому експериментальному дослідженні. У випадку однофакторного експерименту на етапі його планування дослідник визначає кількість і послідовність виконання обстежень. Відносно ширше планування застосовується у випадку багатофакторного експерименту. Доречно зазначити, що ідея багатофакторних експериментальних планів належить Р. Фішеру, який показав доцільність одночасного оперування усіма факторами на противагу широко розповсюдженому однофакторному експерименту. При цьому у будь-якому випадку планування експерименту переслідує мету рандомізації дії випадкових факторів, що підвищує точність одержаних результатів. Проте, крім цієї загальної мети, у плануванні експерименту можна виставляти певні специфічні цілі, які визначаються специфікою наукової задачі. Зокрема, якщо дослідник поставив перед собою завдання відшукати оптимальні умови протікання досліджуваного процесу, то план такого експериментального дослідження буде специфічним як за змістом, так і за процедурою його розроблення.

Міркуючи традиційно, щоб визначити оптимальні умови протікання процесу, потрібно виконати обстеження для усіх можливих комбінацій рівнів факторів і вибрати таку з них, яка відповідає найбільшому чи найменшому значенню відгуку. Теоретично це можливо, проте практично реалізувати такий підхід інколи технічно важко, а то й не можливо через велику кількість необхідних обстежень. Щоб визначити кількість можливих обстежень, достатньо кількість рівнів (якщо їх кількість для кожного фактора однакова) піднести до степеня кількості факторів. На підставі зазначеного обчислюємо, що система з п'яти факторів на п'яти рівнях нараховує 3125 станів.

Пошук оптимальних умов можна здійснити шляхом (метод Гаусса – Зейделя) використання однофакторного експерименту. Змінюючи один фактор і стабілізуючи інші на довільно вибраних рівнях, дослідник одержує залежність параметра оптимізації від одного фактора і визначає локальний оптимум. Далі він повторює процедуру для другого фактора, підтримуючи перший на встановленому рівні (що забезпечує локальний оптимум), потім для третього фактора і т.д., аж поки не знайде значення останнього фактора, що забезпечує найбільше чи найменше значення відгуку. Усі знайдені значення утворюють оптимальний факторний простір для відгуку, екстремальне значення якого співпадає з його останнім значенням. Але така процедура вимагає порівняно багато часу, впродовж якого відбуваються неминучі зміни в об'єктах вивчення, інструментарії і т.д. У результаті, знайдений оптимум виявляється далеким від істинного оптимального значення.

До того ж, така процедура залишається технічно складною, якщо потрібно дослідити вплив навіть не дуже великої кількості факторів. Як наслідок, дослідник з інтуїтивних міркувань вибирає лише частину з можливих комбінацій досліджуваних факторів. Але де гарантія того, що інтуїція його не підвела?

З урахуванням зазначеного вище постає запитання: скільки і які обстеження потрібно включити в експеримент, щоб знайти оптимальні умови

протікання процесу. На допомогу у розв'язанні зазначеної проблеми приходять методи планування екстремального експерименту, націлені на відбір мінімальної кількості обстежень, необхідних для відшукування оптимальних умов протікання процесу.

Серед відомих методів планування екстремального експерименту, метод крутого сходження, запропонований Боксом і Уілсоном, є одним з найбільш поширених і найпростіших для практичної реалізації. У цьому методі досягнення відгуком екстремального значення реалізується шляхом послідовних серій обстежень, у кожній з яких за певними правилами змінюються усі фактори. Серії організуються таким чином, щоб після математичного опрацювання результатів попередньої можна було вибрати умови проведення наступної серії обстежень. І так крок за кроком аж до досягнення області оптимуму. Використовуючи факторне планування, регресивний аналіз і рух по градієнту, зазначений метод дозволяє одержувати математичні моделі досліджуваних процесів і застосовувати їх у пошуку оптимальних умов.

Пошук оптимальних умов є однією з задач, які постають тоді, коли є можливість керувати протіканням процесу і потрібно знайти найкращі умови для його реалізації. Задача, сформульована аналогічним чином, називається задачею оптимізації. Експеримент, який ставиться для розв'язання задачі оптимізації, називається екстремальним. Задача називається екстремальною, якщо її мета полягає у знаходженні умов, які забезпечують екстремальне значення відгуку. При цьому важливо вказати на необхідність чіткого формулювання оптимальних умов. Оптимальні умови завжди розглядаються у контексті вибраного відгуку і задаються математичною моделлю досліджуваного процесу. Під математичною моделлю розуміють рівняння, що пов'язує параметр оптимізації (відгук) з факторами, що впливають на нього:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k). \quad (26.1)$$

Кожний фактор може набувати одного з декількох значень, які називають рівнями. Зафіксований набір рівнів факторів визначає умови проведення одно-

го з можливих обстежень. Потрібно відмітити, що було б помилкою вважати, що в усіх випадках оптимізації багатостадійних процесів потрібно розглядати усі стадії як єдине ціле. Дуже часто цілком виправданою є оптимізація окремих стадій.

**Вимоги до об'єктів вивчення в оптимальних експериментах.** При плануванні оптимального експерименту важливими є властивості об'єкта вивчення.

Насамперед суттєво, щоб результати обстежень відтворювалися. Щоб переконатися у відтворенні результатів обстеження, вибирають певні рівні факторів і проводять обстеження. Потім повторюють його кілька разів з тими ж рівнями факторів через нерівні проміжки часу і порівнюють значення параметра оптимізації. Розсіяння одержаних значень характеризує відтворюваність результатів. Якщо воно не перевищує деякої заздалегідь заданої величини (вимог до точності експерименту), то об'єкт вивчення задовольняє вимогам відтворюваності результатів. Погана відтворюваність може пояснюватися дією фактора, що змінюється з часом (тобто дрейфує). У таких випадках звертаються до спеціальних методів планування. Надалі розглядаються тільки такі об'єкти, для яких вимога відтворюваності виконується.

Планування експерименту передбачає активне втручання в досліджуваний процес і можливість вибору в кожному обстеженні тих рівнів факторів, які викликають інтерес. Такий експеримент називається активним. Об'єкти вивчення, що дозволяють проведення активного експерименту, називаються керованими. Керованість об'єктів вивчення є однією з вимог, що висувуються до них. Потрібно зазначити, що немає абсолютно керованих об'єктів. На об'єкт вивчення переважно діють як керовані, так і некеровані фактори. Якщо вимоги керованості виконуються не повністю, доводиться звертатися до активно-пасивного експерименту. Якщо усі фактори некеровані, то задача встановлення зв'язку між параметром оптимізації і факторами

розв'язується за результатами спостереження за поведінкою об'єкта вивчення, тобто за результатами пасивного експерименту.

**Параметр оптимізації.** При плануванні оптимального експерименту на-самперед визначають параметр, який потрібно оптимізувати. Параметр оптимізації – це характеристика об'єкта вивчення, задана кількісно у якості мети дослідження. Пошук оптимальних умов можливий лише тоді, коли вибрано параметр оптимізації. У такому випадку інші характеристики об'єкта вивчення слугують його обмеженнями. Інколи будують узагальнений параметр оптимізації.

Можливість обстеження параметра оптимізації при будь-якій можливій комбінації рівнів факторів є однією з вимог, що висуваються до нього. Множину значень, які може набувати параметр оптимізації, називають областю його зміни. Вона може бути неперервною або дискретною, обмеженою чи не-обмеженою. Якщо відсутній спосіб кількісного обстеження параметра оптимізації, то вдаються до обстеження його якісної протяжності. При цьому якісно відмінним значенням параметра оптимізації присвоюють ранги, користуючись заздалегідь вибраною шкалою. Ранговий параметр оптимізації має дискретну обмежену область зміни. Для кожного кількісно вимірюваного параметра оптимізації можна побудувати ранговий аналог. Це роблять тоді, якщо кількісні вимірювання не відповідають вимогам точності. Якщо вимога точності задовольняється, то перевагу віддають кількісним вимірюванням.

Одна з вимог до параметра оптимізації стосується його однозначності. Заданому набору рівнів факторів має відповідати одне значення параметра оптимізації. Проте одному значенню параметра оптимізації можуть відповідати кілька різних наборів рівнів факторів.

Для успішного досягнення мети дослідження (оптимізації процесу) потрібно, щоб параметр оптимізації дійсно слугував оцінкою ефективності функціонування системи у заздалегідь вибраному сенсі. Уявлення про ефективність може змінюватися протягом експерименту залежно від



накопиченої інформації. Це обумовлює запровадження послідовного підходу при виборі параметра оптимізації. Ведучи мову про оцінку ефективності функціонування системи, важливо пам'ятати, що мова йде про систему в цілому. Часто системи складаються із підсистем, кожна з яких може характеризуватися своїм локальним параметром оптимізації. При цьому оптимальність кожної із підсистем не виключає можливості руйнування системи у цілому.

До параметра оптимізації висувається також вимога його універсальності. Під універсальністю розуміється здатність параметра оптимізації всебічно характеризувати об'єкт вивчення. Як правило, такими властивостями володіють узагальнені параметри оптимізації.

Бажано, щоб параметр оптимізації мав певний реальний смисл і був статистично ефективним. Сказане означає, що з декількох еквівалентних реальних параметрів оптимізації вибирають той, який можна обстежити з найбільшою точністю. Проте мають місце випадки, коли параметр з добре зрозумілим смислом не відповідає вимозі статистичної ефективності або статистично ефективний параметр не є реально чітким. Якщо зазначені дві вимоги суперечать, то у виборі параметра оптимізації віддають перевагу першій. Іноколи вдаються до перетворення параметра оптимізації. Зокрема з метою зменшення дисперсії значень параметра оптимізації використовують перетворення  $z = \arcsin y$ , але тоді не зрозуміло з точки зору інтерпретації, що означає домогтися екстремального значення цієї характеристики.

Процеси з одним параметром оптимізації мають очевидні переваги, проте на практиці часто доводиться враховувати кілька вихідних параметрів. У таких випадках переважно оптимізується відгук, найбільш важливий з точки зору мети дослідження, при обмеженнях, що накладаються іншими відгуками. У зв'язку з зазначеним завжди корисно дослідити можливість зменшення кількості параметрів оптимізації, для чого використовують кореляційний аналіз. Якщо коефіцієнт кореляції між двома параметрами оптимізації близь-

кий до одиниці, то у дослідженні можна використовувати лише один з них (той, що точніше і легше обстежується, має ясніший смисл).

Шлях до єдиного параметра оптимізації часто пролягає через узагальнення різних відгуків. Щоб об'єднати різні відгуки, насамперед необхідно виразити їх у деякій безрозмірній шкалі, однотипній для усіх відгуків, що об'єднуються. Після того, як побудовано безрозмірну шкалу, постає завдання вибору правила комбінування часткових відгуків в узагальнений показник.

Одним з найбільш зручних методів побудови узагальненого відгуку є використання функції бажаності Харрінгтона. В основі побудови цієї функції лежить ідея перетворення натуральних значень часткових відгуків у безрозмірну шкалу бажаності. Для цього насамперед визначають величину:

$$d_i = \exp[-\exp(-y'_i)]. \quad (26.2)$$

У 26.2  $y'$  змінюється, як правило, в діапазоні від  $-6$  до  $+6$  ( $-3$ ;  $+3$ ). Тобто шкалу реальних значень окремого часткового параметра оптимізації проектують (вибираючи з певних міркувань граничні значення) на шкалу  $[-6; +6]$  ( $-3; +3$ ), одержуючи для кожного  $y_i$  значення  $y'_i$ . Використовуючи наведене вище рівняння, одержують  $d_i$ . При визначенні границь допустимих значень для часткових параметрів оптимізації можливі два випадки. У першому випадку дослідник володіє інструкцією, у якій сформульовані вимоги до усіх часткових відгуків, тобто є специфікація з однією чи двома обмежуючими границями. Якщо специфікації відсутні, тоді обмеження на шкалі роблять доволі суб'єктивно, на основі досвіду та інтуїції дослідника.

Після того, як вибрано шкалу бажаності і часткові відгуки перетворено у часткові функції бажаності, приступають до основної задачі – побудови узагальненого показника  $D_i$ , названого Харрінгтоном узагальненою функцією бажаності:

$$D_i = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n d_{u_i}}. \quad (26.3)$$

У співвідношенні 26.3 узагальнена функція бажаності задається як середнє геометричне часткових бажаностей. Таке представлення можна розглядати як зручну модель психологічної реакції дослідника при розв'язуванні задач, в яких якщо хоча один параметр оптимізації рівний 0, то розв'язок вважається непридатним.

**Фактори оптимального експерименту.** Після того, як вибрано параметр оптимізації, розглядають усі суттєві фактори, які можуть впливати на досліджуваний процес. Фактором називається характеристика, яка у певний момент часу набуває певного значення. Фактори відповідають способам впливу на об'єкт вивчення. Фактор вважається заданим, якщо разом з його назвою вказується область його визначення. Під областю визначення розуміється сукупність усіх значень, які загалом може набувати даний фактор. Зрозуміло, що сукупність значень фактора, яка використовується в експерименті, є підмножиною із множини значень, що утворюють область визначення. Область визначення фактора може бути неперервною і дискретною. Далі розглядатиметься випадок дискретних факторів. Більше того, якщо навіть окремі характеристики за природою є неперервними, то у плануванні оптимального експерименту використовується дискретний набір їх значень. Неперервний і дискретний набір значень факторів є наслідком їх кількісного і якісного характеру. У практичних задачах області визначення факторів, як правило, обмежені.

Якщо який-небудь суттєвий фактор виявиться неврахованим, то це може призвести до неприємних наслідків. Якщо неврахований фактор довільно флюктував, то це суттєво збільшило похибку дослідження. При підтриманні неврахованого фактора на деякому фіксованому рівні можна одержати неправильне уявлення про оптимум, так як немає гарантії, що фіксований рівень є оптимальним.

До факторів висувається декілька вимог:

\* Керованість. Задоволення цієї вимоги означає, що дослідник, вибравши потрібне значення фактора, може підтримувати його постійним чи змінювати відповідно до певної програми протягом усього обстеження, тобто може керувати фактором. Планувати експеримент можна тільки у тому випадку, якщо рівні факторів підпорядковуються діям дослідника. Якщо фіксоване значення фактора важко підтримувати протягом обстеження, то використовують конфлюентний аналіз.

\* Безпосередність впливу на об'єкт вивчення. Важко керувати фактором, якщо він є функцією інших факторів. Проте у плануванні можуть брати участь складні фактори, такі як співвідношення між компонентами, їх логарифми тощо. Необхідність введення складних факторів виникає при бажанні представити динамічні особливості об'єкта у статичній формі.

\* Необхідна точність обстеження. Щоб точно визначити фактор, потрібно вказати на послідовність дій, за допомогою яких встановлюється його значення. Таке визначення називається операційним. Введення операційного визначення забезпечує однозначне розуміння фактора.

При реалізації оптимального експерименту переважно одночасно змінюють кілька факторів. Тому важливо сформулювати вимоги до сукупності факторів:

\* Сумісність, яка означає, що всі комбінації рівнів факторів здійснювані і безпечні. Несумісність факторів може, швидше за все, спостерігатися на границях областей їх визначення. Позбутися несумісності можна шляхом звууження областей визначення. Ситуація ускладнюється, якщо несумісність проявляється всередині областей визначення. У такому випадку розбивають область визначення на дві частини і розв'язують дві окремі задачі.

\* Незалежність надає можливість встановлення будь-якого рівня фактора незалежно від рівнів інших факторів. Якщо ця вимога не виконується, то не можна планувати експеримент. Водночас незалежність факторів не означає,

що між їхніми значеннями немає жодного зв'язку. Достатньо, щоб зв'язок не був лінійним.

Якщо кількість факторів більша 15, то звертаються до методів відсіювання несуттєвих факторів. У такому випадку можна скористатися формалізацією апріорної інформації, методом випадкового балансу, планами Плакетта-Бермана.

**Вибір моделі.** У пошуку оптимальних умов (комбінації рівнів факторів), які забезпечують екстремальне значення відгуку, дослідник (обізнаний з методом крутого сходження), як уже зазначалось, не виконує усі можливі обстеження, не встановлює поодиночі (для кожного фактора окремо) зазначені умови, не покладається виключно на власну інтуїцію у визначенні області оптимуму, а будує математичну модель досліджуваного процесу, щоб з її допомогою передбачити значення відгуків у тих станах, які не обстежувались (причому не в кожному з них), наближаючись до оптимуму.

Під моделлю розуміють вид функції  $y = f(x_1, \dots, x_k)$ , яка пов'язує параметр оптимізації і фактори, що позначаються на ньому. Вибрати модель – означає вибрати вид цієї функції. Після цього залишиться спланувати і виконати обстеження для оцінки числових значень коефіцієнтів вибраної функції.

У зв'язку з відмовою від перебору усіх станів потрібно зробити певні припущення, окремі з яких дослідник перевірити не може. Такі припущення називають постулатами. Якщо вони насправді не виконуються, то дуже ймовірно, що дослідник не знайде оптимум. Такими припущеннями щодо властивостей поверхні відгуку є:

- \* гладкість і неперервність поверхні;
- \* наявність єдиного оптимуму;
- \* поступове наближення до оптимальної точки не залежить від початкової точки.

Наведені постулати дозволяють представити відгук у вигляді полінома в околі будь-якої точки факторного простору. Не можна не звернути увагу на те,

що вимога неперервності не узгоджується з уявленням про дискретні рівні факторів. Проте це не страшно. Можна вважати, що фактор набуває неперервної множини значень, якщо навіть деякі значення не мають сенсу чи фізично не реалізовані.

Якщо відомі значення параметра оптимізації в декількох сусідніх точках факторного простору, то можна завдяки гладкості і неперервності відгуку обчислити результати, очікувані в інших сусідніх точках. А отже, можна знайти такі точки, для яких очікується найбільше збільшення чи зменшення параметра оптимізації. Тоді зрозуміло, що наступне обстеження потрібно переносити саме у ці точки, тобто просуватися у певному напрямі, нехтуючи іншими точками. Провівши нове обстеження, можна знову оцінити напрям, в якому, швидше за все, необхідно рухатися. В силу наявності єдиного оптимуму його обов'язково досягають.

Головна вимога до моделі – це її здатність з необхідною точністю передбачити умови (рівні факторів) наступного обстеження. Так як не знають, який напрям знадобиться, то природно вимагати, щоб точність передбачення в усіх можливих напрямках була однаковою. Це означає, що у деякій області, до якої належать координати виконаних обстежень, передбачене за допомогою моделі значення відгуку не повинне відрізнятися від фактичного його значення більше, ніж на деяку заздалегідь задану величину. Модель, яка задовольняє зазначені вимоги, називається адекватною. Якщо декілька моделей відповідають зазначеним вимогам, то віддають перевагу тій, яка є найпростішою. Потрібно зазначити, що якщо заздалегідь точно не сформулювати, що називається простим, а що складним, то такий вибір виконати неможливо.

Із зазначеного вище випливає, що у процесі планування оптимального експерименту дослідник представляє відгук у вигляді полінома. Проте поліноми бувають різних степенів. Який степінь використати? Як відомо, експеримент потрібний тільки для того, щоб знайти числові значення

коефіцієнтів полінома. Тому чим більше коефіцієнтів, тим більше обстежень необхідно виконати. Прагнучи скоротити їх кількість, дослідник шукає поліном, який містить якомога менше коефіцієнтів, але задовольняє вимоги, що висуваються до моделі.

При цьому, як уже зазначалось, він хоче, щоб модель визначала напрям найшвидшого збільшення чи зменшення параметра оптимізації; такий напрям називається напрямом градієнта. Було б добре, якби можна було використати поліном першого степеня: він містить інформацію про градієнт, у ньому мінімально можлива кількість коефіцієнтів при даній кількості факторів. Але залишається відкритим запитання: чи буде така модель адекватною. Як наслідок, проблема полягає в тому, як вибрати область у факторному просторі, щоб лінійна модель виявилася адекватною. Умова аналітичності відгуку гарантує таку можливість. Завжди існує такий окіл будь-якої (точніше, майже будь-якої) точки, в якому лінійна модель адекватна. Розмір такої області заздалегідь невідомий, але адекватність можна перевіряти за результатами експерименту.

Отже, вибравши довільну область, знаходять її розміри. І як тільки зазначене матиме місце, користаються рухом по градієнту. На наступному етапі шукають лінійну модель в іншій області. Цикл повторюється до тих пір, поки рух по градієнту не перестане давати ефект. А це свідчить про перебування в області, близькій до оптимуму. Така область називається майже стаціонарною. Тут лінійна модель уже не потрібна. Попаданням в майже стаціонарну область задача, як правило, розв'язується. Інколи необхідно переходити до поліномів більш високих степенів, щоб детальніше описати область оптимуму.

Як бачимо, вдалий вибір області у факторному просторі має винятково важливе значення. Вибір області пов'язаний з інтуїтивними рішеннями, які приймає дослідник на кожному етапі роботи.

**Прийняття рішень перед плануванням експерименту.** Готуючись до планування оптимального експерименту, дослідник насамперед вибирає його

область. При цьому він бере до уваги границі областей визначення факторів. Як наслідок, враховуються обмеження кількох типів:

1. Принципові обмеження для значень факторів, які не можна порушити ні за яких обставин.
2. Обмеження, пов'язані з техніко-економічними міркуваннями.
3. Конкретні умови проведення процесу.

Оптимізація досліджуваного процесу, як правило, здійснюється в умовах, коли об'єкт вивчення уже піддавався дослідженню. Інформацію, одержану в попередніх дослідженнях, називають апріорною. Вибір експериментальної області факторного простору пов'язаний з ретельним аналізом апріорної інформації.

Вибравши експериментальну область, виокремлюють локальну область планування експерименту. Цей процес включає два етапи: вибір основного рівня та інтервалів зміни значень факторів.

Найкращим умовам, визначеним з аналізу апріорної інформації, відповідає комбінація рівнів факторів, точка у факторному просторі, яку можна вибрати в якості вихідної для побудови плану експерименту. Її називають нульовим рівнем. Побудова плану експерименту полягає у виборі точок, симетричних до нульового рівня. Якщо відомі координати нульового рівня і відомо, що він знаходиться в межах області пошуку (або про межі області пошуку нічого не сказано), то нульовий рівень розглядають у якості основного рівня. Задача ускладнюється, якщо нульова точка лежить на межі області визначення. Тоді основний рівень вибирають з певним зсувом стосовно найкращих умов.

Якщо координати найкращої точки невідомі, але є відомості про деяку область, в якій процес відбувається достатньо добре, тоді основний рівень вибирають або у центрі зазначеної області, або у випадковій її точці.

Завдання полягає в тому, щоб для кожного фактора вибрати два рівні, один з яких називають нижнім, а інший – верхнім. Інтервал зміни (для кожно-



го фактора може бути різний) – деяке число, додавання якого до основного рівня дає верхній рівень, а віднімання якого від основного рівня дає нижній рівень. Для спрощення запису умов експерименту і опрацювання експериментальних даних масштаби по осях вибирають таким чином, щоб верхній рівень відповідав +1, нижній –1, а основний – 0. Для факторів з неперервною областю визначення це завжди можна зробити за допомогою перетворення:

$$x_j = \frac{\tilde{x}_j - \tilde{x}_{j0}}{I_j}, \quad (26.4)$$

де  $\tilde{x}_j$  – натуральне значення фактора;  $\tilde{x}_{j0}$  – натуральне значення основного рівня;  $I_j$  – інтервал зміни;  $j$  – номер фактора;  $x_j$  – кодоване значення фактора.

Вибір інтервалів зміни значень факторів – важка задача. Для її розв’язання використовують відомості про точність, з якою дослідник одержує значення факторів; про кривизну поверхні відгуку; про діапазон зміни параметра оптимізації. Часто зазначена інформація є орієнтовною, інколи помилковою, але це єдина основа, на якій можна починати планувати експеримент. Зазначимо, що у процесі експерименту її часто доводиться корегувати.

При цьому часто користуються схемою: висока точність (похибка 1%); середня точність (похибка 5%); низька точність (похибка 10%). У класифікації кривизни поверхні відгуку використовують випадки: функція відгуку лінійна; функція відгуку суттєво нелінійна; інформація про кривизну відсутня. Зміна параметра оптимізації може бути широкою чи вузькою; можливий також випадок, коли інформація відсутня.

Розглядають широкий (більший 30% області визначення), середній (30% – 10% області визначення) і вузький (менший 10% області визначення) інтервали зміни. Тип інтервалу зміни вибирається на основі логічного опрацювання взаємодії точності, кривизни і розмаху параметра оптимізації. Три перелічені критерії з трьома показниками для кожного дають 27 комбінацій, які виражаються одинадцятьма рекомендаціями вибирати середній інтервал,

дев'ятьма – широкий, чотирма – вузький. У трьох випадках рекомендації не носять визначеного характеру.

Низька точність фіксування факторів вимагає широкого інтервалу зміни, середня точність – середнього, висока точність – вузького. Зокрема для низької точності фіксування факторів, лінійного характеру поверхні відгуку і широкого розмаху параметра оптимізації рекомендується широкий інтервал зміни значень факторів.

**Повний факторний експеримент типу  $2^k$ .** Вище було показано, що для руху до оптимального значення відгуку необхідно виконати послідовну серію обстежень, у яких фактори підтримуються на двох рівнях. У випадку оперування факторами на двох рівнях кількість обстежень обчислюється із співвідношення:

$$N = 2^k,$$

де  $N$  – кількість обстежень;  $k$  – кількість факторів;  $2$  – кількість рівнів.

Експеримент, у якому реалізуються усі можливі поєднання рівнів факторів, називається повним факторним експериментом. У випадку оперування двома факторами на двох рівнях план експерименту можна зобразити так, як показано у таблиці (26.1).

Таблиця 26.1. Матриця планування експерименту  $2^2$

Номер обстеження	$x_1$	$x_2$	$y$
1	-1	-1	$y_1$
2	+1	-1	$y_2$
3	-1	+1	$y_3$
4	+1	+1	$y_4$

У зазначеному вище випадку протікання досліджуваного процесу можна описати лінійною моделлю, яка набуває вигляду:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2. \quad (26.5)$$

Коефіцієнти зазначеної моделі, які вказують на силу впливу відповідних факторів, загалом обчислюються із співвідношення:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{N}, \quad j = 0, 1, \dots, k \quad (26.6)$$

$$b_0 = \bar{y}; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}. \quad (26.7)$$

Проте ніколи немає гарантії, що у вибраних інтервалах значень факторів досліджуваній процес описується лінійною моделлю. Нелінійність часто пов'язана з тим фактом, що ефект одного фактора залежить від того, на якому рівні знаходиться інший фактор. Щоб оцінити ефект взаємодії двох факторів, матрицю планування записують у вигляді (див. табл. 26.2):

Таблиця 26.2. Матриця планування експерименту

Номер об- стеження	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_{12}$	$y$
1	+1	+1	+1	+1	$y_1$
2	+1	-1	+1	-1	$y_2$
3	+1	-1	-1	+1	$y_3$
4	+1	+1	-1	-1	$y_4$

У таблиці (26.2)  $x_0 = +1$  формально вводиться для того, щоб можна було використати єдиний підхід для обчислення коефіцієнтів моделі. Вектор-стовпчик  $x_{12}$  є добутком векторів-стовпчиків  $x_1$  і  $x_2$ .

У зазначеному вище випадку протікання досліджуваного процесу можна описати лінійною моделлю, яка набуває вигляду:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_{12} \quad (26.8)$$

Коефіцієнт  $b_{12}$  обчислюється з використанням того ж співвідношення, що і коефіцієнти  $b_0, b_1, b_2$ . Усе зазначене вище справедливе лише у тому випадку, коли модель включає лінійні ефекти факторів та ефекти їх взаємодії. Якщо модель репрезентується математичними співвідношеннями інших типів і

видів, то знайти оптимум за допомогою повного факторного експерименту не реально.

**Побудова матриць складніших експериментальних планів.** Якщо для двох факторів усі можливі комбінації рівнів легко знайти прямим перебором, то із зростанням кількості факторів виникає потреба в застосуванні спеціального прийому побудови матриць планування оптимального експерименту. А саме, при додаванні нового фактора кожна комбінація рівнів вихідного плану зустрічається двічі: у поєднанні з верхнім і нижнім рівнями нового фактора. Тобто, при побудові матриці вихідний план спочатку записують з верхнім рівнем нового фактора, а потім цей же вихідний план записують з нижнім рівнем нового фактора. Зазначене ілюструється таблицею (26.3).

Таблиця 26.3. Матриця планування експерименту  $2^3$

Номер обстеження	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$	Номер обстеження	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
1	–	–	+	$y_1$	5	–	–	–	$y_5$
2	–	+	+	$y_2$	6	–	+	–	$y_6$
3	+	–	+	$y_3$	7	+	–	–	$y_7$
4	+	+	+	$y_4$	8	+	+	–	$y_8$

У наведеній вище матриці для спрощення опущені числа «1».

Аналіз свідчить, що план повного факторного експерименту є надлишковим у тому плані, що кількість обстежень суттєво переважає кількість коефіцієнтів, які потрібно знайти. Тому бажано скоротити кількість обстежень за рахунок тієї інформації, яка є не дуже суттєвою для побудови лінійних моделей.

Порівняння матриці планування експерименту  $2^2$  з ефектом взаємодії між факторами та половини матриці планування експерименту  $2^3$  без взаємодії між факторами приводить до висновку, що за кількістю обстежень такі плани ідентичні. А отже, можна досліджувати трифакторні процеси, зменшивши кількість обстежень наполовину, але при цьому змішавши лінійний ефект з

ефектом взаємодії двох інших факторів. Зазначимо, що це не повинно бентежити дослідника, оскільки у лінійних моделях ефект взаємодії факторів малий у порівнянні з дією самого фактора, а тому обчислені коефіцієнти наближено можна вважати результатом дії тільки факторів.

Скорочений вдвоє експериментальний план називають півреплікою повного факторного плану. У випадку трифакторного експерименту можливо побудувати дві піврепліки, прирівнявши  $x_3$  або до  $+x_1x_2$  або до  $-x_1x_2$ . У випадку чотирифакторного експерименту можна побудувати вісім півреплік:  
 $x_4 = x_1x_2; x_4 = -x_1x_2; x_4 = x_2x_3; x_4 = -x_2x_3; x_4 = x_1x_3; x_4 = -x_1x_3; x_4 = x_1x_2x_3; x_4 = -x_1x_2x_3$ .

Скоротити експериментальний план можна не тільки вдвоє, а й у чотири, вісім і т.д. разів. При кожному скороченні кількості обстежень вдвоє вибраний ефект взаємодії факторів змішується з певним лінійним ефектом. Проте на практиці найчастіше використовують піврепліки.

Загалом при побудові дробових реплік використовують правило: для того, щоб скоротити кількість обстежень при введенні нового фактора, його потрібно помістити у вектор-стовпчик матриці, що належить взаємодії, якою можна знехтувати.

Ефективність використання дробових реплік залежить від вдалого вибору системи змішування лінійних ефектів з ефектами взаємодії, а також від вмілої стратегії експериментування у випадку значущості деяких взаємодій.

Постає запитання: якій репліці віддати перевагу. Якщо інформація про ефекти взаємодії доступна, то вона використовується при виборі репліки. При відсутності інформації про ефекти взаємодії дослідник намагається вибрати репліку, яка володіє найбільшою роздільною здатністю. У тієї репліки більша роздільна здатність, у якої лінійний ефект змішаний із взаємодією вищого порядку.

Загалом, щоб визначити систему змішування, потрібно знати визначаючі контрасти і генеруючі співвідношення. Визначаючим контрастом називається символічне позначення добутку будь-яких стовпчиків, що дорівнює  $\pm 1$ . Щоб

визначити, які взаємодії змішані з даним лінійним ефектом, потрібно помножити визначаючий контраст на цей лінійний ефект і одержати генеруюче співвідношення.

Загалом при побудові оптимального експериментального плану до матриць висуваються вимоги:

1. Симетричності, яка математично виражається співвідношенням

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0,$$

де  $j$  – номер фактора ( $j = 1, 2, \dots, k$ );  $N$  – кількість обстежень.

2. Нормованості, що математично виражається співвідношенням  $\sum_{i=1}^N x_{ij}^2 = N$

3. Ортогональності, що математично виражається співвідношенням

$$\sum_{i=1}^N x_{ji}x_{ui} = 0; \quad j = 1, 2, \dots, k; \quad u = 1, 2, \dots, k; \quad j \neq u.$$

4. Ротатабельності, згідно з якою точки у матриці планування підбираються таким чином, щоб точність прогнозування значень параметра оптимізації була однаковою на однакових відстанях від центра експерименту і не залежала від напрямку.

**Технологія планування оптимального експерименту.** Плануючи оптимальний експеримент, беруть до уваги усі параметри, які можуть слугувати характеристиками процесу, і вказують, яка між ними існує кореляція. Якщо відомості про кореляцію відсутні, підраховують коефіцієнти парної кореляції, перевіряють їх значущість і виокремлюють групу параметрів, що не корелюють. Виокремлені параметри поділяються на головний та другорядні або узагальнюються в один інтегрований відгук.

Після цього дослідник аналізує фактори впливу на відгук, визначає їх кількість, аналізує можливу взаємодію між ними і приймає рішення стосовно взаємодії, якою можна знехтувати задля зменшення кількості обстежень.

Розробивши план оптимального експерименту, дослідник підраховує необхідну кількість матеріалів, учасників експерименту тощо, пам'ятаючи про

вимогу їх однорідності. Якщо вимогу однорідності задовольнити неможливо, заздалегідь визначають кількість різних партій і відповідно розбивають матрицю планування на блоки.

Якщо дослідник підозріває, що учасники експерименту неоднорідні і їх можна поділити на групи, то, щоб неоднорідність не позначилася на результатах, він неоднорідності за певною ознакою приписує статус фактора, змішує цей фактор з несуттєвим ефектом взаємодії (найчастіше, хоча не обов'язково, найвищого порядку), ділить план експерименту на блоки і цим самим одержує результати вільні від впливу неоднорідності, але втрачаючи дані щодо ефекту взаємодії.

У випадку трифакторного експерименту сказане ілюструється матрицею планування (див.табл. 26.4):

Таблиця 26.4. Блочна матриця трифакторного експерименту

Блок	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	Y
1	+	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>1</sub> +ε
	+	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub> +ε
	+	-	+	-	-	+	-	+	Y <sub>3</sub> +ε
	+	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>4</sub> +ε
2	+	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>5</sub>
	+	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>
	+	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>
	+	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>8</sub>

Як видно з таблиці (26.4), матриця експерименту ділиться на два блоки по чотири обстеження у кожному: 1 – 4 обстеження проводяться з однією групою учасників експерименту, 5 – 8 обстеження проводяться з другою групою учасників експерименту. Підрахунок коефіцієнтів показує, що ефект неоднорідності учасників позначається на значенні  $b_0$  і  $b_{123}$ . Зазначимо, що цю ж матрицю експерименту можна розбити і на 4 блоки по два обстеження у кожному (якщо є необхідність поділити учасників експерименту на 4 групи).

Але у цьому випадку постає окреме запитання: на яких коефіцієнтах позначиться ефект неоднорідності учасників експерименту. Аналогічно можна стверджувати, що матрицю чотирифакторного експерименту можна розбити на два блоки по 8 обстежень у кожному, на чотири блоки по 4 обстеження у кожному і на вісім блоків по 2 обстеження у кожному.

**Реалізація плану оптимального експерименту.** Виконавши усі заплановані обстеження першої серії, обчислюють коефіцієнти математичної моделі протікання процесу у відповідному факторному просторі. Після обчислення коефіцієнтів моделі перевіряють її адекватність. Для цього з'ясовують середнє відхилення відносно лінії регресії. Характеристикою такого відхилення є залишкова сума квадратів, що припадає на одне вільне обстеження. Кількість вільних обстежень визначається кількістю ступенів вільності. Кількість ступенів вільності є різницею між кількістю обстежень і кількістю коефіцієнтів (констант), які незалежно один від одного обчислені за результатами обстежень.

Залишкову дисперсію або дисперсію адекватності обчислюють із співвідношення:

$$s_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}{f}. \quad (26.8)$$

Для перевірки гіпотези про адекватність моделі використовують співвідношення:

$$F = \frac{s_{ad}^2}{s_y^2} \quad (26.9)$$

і порівнюють його з табличним значенням критерію Фішера на вибраному рівні ймовірності з відповідними ступенями вільності. Якщо обчислене значення критерію не перевищує табличне, то з вибраною довірчою ймовірністю модель можна вважати адекватною.



Не менш важливо знати, чи є статистично значущими коефіцієнти моделі, обчислені з використанням обмеженої кількості обстежень. Щоб відповісти на поставлене запитання, використовують критерій Стюдента:

$$t = \frac{|b_j|}{s_{b_j}} \quad (26.10)$$

і порівнюють його з табличним значенням при вибраному рівні ймовірності і відповідною кількістю ступенів вільності. Якщо обчислене значення критерію більше за табличне, то робиться висновок про значущість коефіцієнта моделі. При цьому, якщо паралельні обстеження відсутні, то:

$$s_{b_j}^2 = \frac{s_y^2}{N}. \quad (26.11)$$

Загалом можливі два випадки: лінійна модель адекватна і лінійна модель неадекватна.

Якщо лінійна модель адекватна, то в обмеженому факторному просторі поверхню відгуку можна апроксимувати площиною. У такому випадку:

- \* Якщо усі коефіцієнти регресії значущі, область оптимуму близька (на основі попередніх даних), то можна завершувати дослідження.

- \* Якщо усі коефіцієнти регресії значущі, але область оптимуму далека (на основі попередніх даних), то потрібно рухатись по градієнту і продовжувати дослідження.

- \* У випадку значущості коефіцієнтів регресії і невизначеності ситуації з областю оптимуму необхідний рух по градієнту і продовження дослідження.

Якщо лінійна модель неадекватна, то в обмеженому факторному просторі поверхню відгуку не можна апроксимувати площиною. У випадку неадекватності лінійної моделі незалежно від значущості коефіцієнтів регресії, розглядають випадки:

- \* Якщо область оптимуму близька, то або завершують дослідження, або будують план другого порядку і продовжують дослідження.

\* Якщо область оптимуму далека, то або добудовують план, або переносять центр експериментального плану, або змінюють інтервали значень факторів і продовжують дослідження. Можливими також є врахування квадратичних ефектів, рух по градієнту і продовження дослідження.

\* У випадку невизначеності області оптимуму або включають ефекти взаємодії і продовжують дослідження, або рухаються по градієнту і продовжують дослідження.

Якщо вибрана нульова точка і визначені коефіцієнти рівняння регресії, які у випадку адекватності лінійної моделі є складовими градієнта, то перемноживши ці коефіцієнти на вибрані перед цим кроки руху по градієнту (для кожного фактора кроки свої), знаходять точку на градієнті, яка наближає дослідника до точки оптимуму. При цьому пам'ятають, що надто дрібні кроки вимагають проведення великої кількості серій обстежень, надто великі кроки призводять до проскакування точки оптимуму.

У такий спосіб будують першу серію уявних обстежень. Після цього усі або частину з них послідовно чи паралельно проводять. Якщо відгук хоча б в одному з таких обстежень більший за усі значення, одержані до цього у серійних обстеженнях, то круте сходження вважається ефективним. Що дає підставу або вважати, що екстремальне значення відгуку досягнуто, або приймається рішення щодо планування чергової серії обстежень з центром у точці знайденого наближеного оптимуму і т. д. Процедура крутого сходження у поєднанні з прийняттям рішень циклічно продовжується до тих пір, поки не досягається оптимум, або не знаходиться найкращий можливий результат.

Оскільки коефіцієнти поліному являються частковими похідними відгуку по відповідних змінних, то чим більший коефіцієнт, тим сильніше фактор позначається на відгуку. Додатний коефіцієнт свідчить про те, що із збільшенням значення фактора відгук збільшується, від'ємний коефіцієнт свідчить про обернену залежність між фактором і відгуком. При цьому мають на увазі той факт, що експеримент проводиться у локальній області факторно-

го простору і коефіцієнти відображають характер і силу впливу факторів на відгук тільки в досліджуваній області.

Особливої уваги в інтерпретації дослідних даних оптимального експерименту вимагають ефекти взаємодії. Нехай взаємодія двох факторів значуща і має позитивний знак. Це є свідченням того, що одночасне збільшення чи одночасне зменшення значень двох факторів призводить до збільшення значення параметра оптимізації (без врахування лінійних ефектів). А що, якщо ефект взаємодії двох факторів має негативний знак? Тоді будь-яка комбінація різних знаків двох факторів призводить до збільшення значення параметра оптимізації (без врахування лінійних ефектів).

Як бачимо, в інтерпретації ефекту взаємодії завжди можливі два варіанти. Якому з них віддати перевагу? Щоб прийняти рішення, потрібно врахувати знаки коефіцієнтів лінійних ефектів. Якщо ефект взаємодії позитивний, а два лінійні ефекти (у випадку того ж двофакторного експерименту) позитивні, то для досягнення оптимуму відгуком фактори потрібно збільшувати; якщо ефект взаємодії позитивний, а два лінійні ефекти негативні, то для досягнення оптимуму фактори потрібно зменшувати; якщо ефект взаємодії позитивний, а знаки лінійних ефектів різні, то для досягнення оптимуму потрібно жертвувати ефектом з найменшим значенням. Аналогічні міркування можна побудувати у зв'язку з інтерпретацією негативного ефекту взаємодії. Іще складнішою є інтерпретація ефектів взаємодії вищих порядків.

Для того, щоб одержані вибіркові дані можна було поширити на сукупність, потрібна перевірка відповідних статистичних гіпотез, яку можна здійснити за певних умов:

1. Параметр оптимізації  $y$  є випадковою нормально розподіленою характеристикою. У тому, що  $y$  є випадковою характеристикою, переважно сумніватися не доводиться. Нормальність розподілу параметра оптимізації (якщо виконано десятки паралельних обстежень), як правило, перевіряють за допомогою критерію  $\chi^2$ . Зазвичай у розпорядженні дослідника рідко є такий

масив матеріалу, а тому нормальність розподілу приймається без доказових підстав. Якщо розподіл не нормальний, то дослідник позбавлений можливості оцінити ймовірність, з якою зроблені ним висновки правильні.

2. Дисперсія  $y$  не залежить від абсолютної величини  $y$ . Виконання цієї вимоги перевіряється за допомогою критеріїв однорідності дисперсій у різних точках факторного простору. Якщо дисперсії не однорідні, то необхідно так перетворити  $y$ , щоб дисперсії були однорідними. Формулу перетворення не завжди легко знайти; доволі часто допомагає логарифмічне перетворення.

3. Значення факторів являються не випадковими величинами. Це означає, що фіксація фактора на заданому рівні і підтримання на ньому суттєво точніші, ніж похибка обстеження.

4. Фактори не корелюють.

### **Запитання**

\* *Які вимоги висуваються до об'єктів вивчення в оптимальних експериментах?*

\* *З яких послідовних дій складається вибір моделі?*

\* *На що зважають у процесі вибору інтервалів зміни факторів при плануванні експерименту?*

### **Завдання**

\* *Розкрийте суть методу крутого сходження.*

\* *Для гіпотетичного прикладу з освітньої практики побудуйте узагальнений параметр оптимізації.*

\* *Розкрийте вимоги до факторів та їх сукупності в оптимальному експерименті.*

\* *Розкрийте технологію побудови оптимального плану повного двофакторного експерименту.*

\* *Розкрийте технологію побудови оптимального плану факторного експерименту довільного порядку.*

\* *Розкрийте технологію реалізації плану оптимального експерименту.*

## § 27. Використання персональних комп'ютерів у педагогічних дослідженнях

**Можливості використання ПК у педагогічних дослідженнях.** Персональні комп'ютери використовуються практично на усіх етапах педагогічного дослідження. Найчастіше ПК використовують у процесі набору тексту та його редагування, опрацювання емпіричних даних та їх наочного представлення. Для набору тексту та його редагування використовують, як правило, текстовий редактор Word. Найпоширенішими програмними засобами опрацювання емпіричних даних у соціальних дослідженнях є SPSS, SAS та Excel. З перелічених програмних засобів останній є найпростішим і найдоступнішим для засвоєння. При цьому Excel суттєво не поступається двом іншим за потужністю. Наведені факти послужили причиною його вибору на початковому етапі опанування комп'ютерними засобами опрацювання результатів педагогічних досліджень.

**Занесення даних і формул у комірки Excel.** У процесі дослідження дослідник формує базу даних і заносить її у комп'ютер. Занесення даних у комп'ютер є трудомісткою процедурою. Як правило, використовують процедуру подвійного занесення, що передбачає аналіз спеціальною програмою занесених даних на предмет розбіжності і відповідну корекцію у випадку необхідності. Як тільки дані введено, їх потрібно трансформувати у форму, придатну для аналізу. Тобто впорядкувати таким чином, щоб більшій кількості обстежуваної характеристики відповідало більше її числове значення. Якщо ця вимога не виконується, то одержані значення дзеркально реверсують.

Числові значення можуть містити цифри від 0 до 9, а також спеціальні символи: + - E e ( ) . , \$ % /. Для занесення числового значення виділяють комірку і вводять з клавіатури необхідну комбінацію цифр і символів. Цифри і символи, що вводяться, відображаються як в комірці, так і в рядку формул. По завершенні занесення натискають клавішу *Enter*. За згодою після натискання *Enter* активною стає комірка, що розміщена рядком нижче.

Розглянемо особливості занесення числових значень, що використовують спеціальні символи:

- \* Якщо потрібно занести від'ємне число, то перед ним необхідно поставити знак “-”.

- \* Символ  $E$  чи  $e$  використовується для представлення числа в експоненціальному вигляді. Наприклад,  $5e3$  означає 5000.

- \* Число, поміщене у дужки, інтерпретується як від'ємне, навіть якщо перед ним відсутній знак “-”.

- \* При занесенні великих чисел для зручності представлення між класами використовують пропуск.

- \* Для занесення грошового формату використовують знак долара (\$).

- \* Для занесення процентного формату використовують знак процента (%).

- \* Для занесення дати і дробових чисел використовують знак (/). Якщо *Excel* може інтерпретувати занесене число як дату, то воно представляється як дата. Якщо потрібно представити дріб, який можна інтерпретувати як дату, то перед ним вводять 0. Дробом завжди інтерпретується число, яке не може бути інтерпретоване як дата. Якщо заносяться громіздкі числа, то у рядку формул використовується експоненціальне представлення не більше, ніж з 15 значущими цифрами.

Формулу заносять, починаючи із знака рівності. Це потрібно для того, щоб *Excel* зрозумів, що в комірку заноситься формула, а не дані. Виберемо довільну комірку, наприклад,  $A1$ . Введемо  $= 2+3$  і натиснемо *Enter*. Як наслідок, у комірці з'явиться результат (5).

**Аналіз масиву даних.** Функція *МАКС* визначає найбільше значення у масиві даних. Для того, щоб визначити найбільше значення в масиві даних (10; 7; 9; 27; 2), занесених, скажімо, у комірки стовпчика  $A$ , вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – МАКС*. На екрані з'являється таблиця з полями *Число 1 – ...*. Записуємо у цьому полі ( $A1:A5$ ), натискаємо

OK і читаємо найбільше значення масиву (27). За допомогою цієї функції можна визначити найбільше значення для масиву і довільного числа, наприклад, числа (30). У цьому випадку у полі *Число 1* записуємо (A1:A5; 30), натискаємо OK і читаємо найбільше значення (30).

Функція *НАИБОЛЬШИЙ* визначає *k*-те за величиною значення у масиві даних. Цією функцією можна скористатися для визначення найбільшого, другого, третього і т.д. результатів обстеження. Занесемо дані (4; 2; 4; 6; 7) у комірки стовпчика *A* і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – НАИБОЛЬШИЙ*. На екрані з'являється таблиця з полями *Массив* і *K*. У полі *Массив* записуємо (A1:A5), у полі *K* вибираємо (2), натискаємо OK і читаємо результат (6).

Функція *МИН* визначає найменше значення у масиві даних. Нехай у комірки стовпчика *A* занесені дані (1; 2; 3; 4; 5; 6). Щоб визначити у цьому масиві найменше значення, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – МИН*. На екрані з'являється таблиця з полями *Число 1 – ...*. У полі *Число 1* набираємо (A1:A6), натискаємо OK і читаємо найменше значення у масиві (1). Ця функція порівнює дані масиву з довільним значенням досліджуваної характеристики і визначає серед них найменше. Якщо для наведеного вище масиву і числа (10) потрібно визначити найменше значення, то у полі *Число 1* набираємо (A1:A6; 10), натискаємо OK і читаємо (1).

Функція *НАИМЕНЬШИЙ* визначає найменше значення *k*-ого порядку у масиві даних. Щоб його визначити, заносимо дані (1; 4; 8; 3; 7; 12; 54; 8; 23) у комірки стовпчика *A* і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – НАИМЕНЬШИЙ*. У полі *Массив* записуємо (A1:A9), у полі *K* записуємо порядок найменшого числа. Зокрема, занісши у це поле (3), читаємо результат (4).

Функція *СЧЁТЕСЛИ* підраховує кількість комірок у діапазоні, який відповідає вказаному дослідником критерію. Наприклад, за допомогою цієї функції можна підрахувати кількість комірок, у яких містяться числа, що

дорівнюють, менші або більші за вказане значення. Нехай у комірках  $A1 - A4$  занесені дані (32; 54; 75; 86). Помістимо курсор у комірку  $A5$  і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – СЧЁТЕСЛИ*. На екрані з'являється таблиця з полями *Диапазон* і *Критерий*. У полі *Диапазон* записуємо ( $A1:A4$ ). Якщо у полі *Критерий* запишемо ( $< 86$ ), то одержимо (3). Якщо у цьому полі запишемо ( $> 75$ ), то одержимо (1). Якщо у цьому полі запишемо ( $= 54$ ), то одержимо (1). Якщо у цьому полі запишемо ( $<> 32$ ), то одержимо (3). За допомогою цієї функції також можна підрахувати кількість значень досліджуваної характеристики, що знаходяться у певному інтервалі.

*Функція КВАРТИЛЬ*. Нехай одержано дані (1; 2; 4; 7; 8; 9; 10; 12). Щоб визначити будь-який кuartиль, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – КВАРТИЛЬ*. У полі *Массив* набираємо ( $A1:A8$ ); у полі *Часть* (1) – визначаємо перший кuartиль і одержуємо (3,5).

*Функція ПЕРСЕНТИЛЬ* визначає процентилі для масиву даних. Наприклад, можна прийняти рішення екзаменувати тільки тих кандидатів, які набрали більшу кількість балів, ніж 30-ий персентилю. Якщо дані (1; 3; 2; 4) занести у комірки стовпчика  $A$ , вибрати *Формулы – Другие функции – Статистические – ПЕРСЕНТИЛЬ*, занести у поля таблиці, що з'являються на екрані ( $A1:A4$ ) і (0,3), то одержимо значення (1,9).

*Функція ПРОЦЕНТРАНГ* використовується для оцінки відносного положення точки у масиві даних. Для того, щоб визначити процентний ранг довільного значення, масив даних упорядковують від найбільшого до найменшого значень (13; 12; 11; 8; 4; 3; 2; 1; 1) і вибирають *Формулы – Другие функции – Статистические – ПРОЦЕНТРАНГ*. У полі *Массив* записуємо ( $A1:A10$ ), у полі  $X$  вказуємо значення (2), процентний ранг якого необхідно визначити. Як наслідок, читаємо результат (0,333). Поле *Разрядность* можна не заповнювати, що означає, що результат визначатиметься з трьома значущими цифрами.



*Функція РАНГ* визначає ранг заданого числа у масиві даних. Щоб визначити ранг числа, вказують комірку, у якій воно знаходиться, діапазон комірок, у яких знаходяться дані, а також порядок (число, що визначає спосіб упорядкування). Якщо у полі *Порядок* вказуємо (0), то ранг числа визначається за умови їх упорядкування від найбільшого до найменшого значень. Якщо у полі *Порядок* вказуємо (1), то ранг числа визначається за умови їх упорядкування від найменшого до найбільшого значень. З урахуванням зазначеного вище для масиву (7; 3,5; 3,5; 1; 2) ранг числа, що знаходиться у комірці *A3* визначається як (2) або (3). Наведені результати одержано як наслідок вибору *Формулы – Другие функции – Статистические – РАНГ* і заповнення полів *Число – Ссылка – Порядок*.

**Міри центральної тенденції.** *Функція СРЗНАЧ* обчислює середнє арифметичне занесених значень. Для її обчислення після занесення значень вибирають *Формулы – Другие функции – Статистические – СРЗНАЧ*. На екрані з'являється таблиця з обчисленим значенням середнього арифметичного. Натисканням *ОК* заносять значення середнього арифметичного у комірку, що знаходиться під введенням до цього масивом даних.

*Функція СРЗНАЧЕСЛИ* обчислює середнє арифметичне значення для комірок у діапазоні, який відповідає заданій умові.

Нехай необхідно обчислити середнє арифметичне значення чисел (21; 22; 23). Для цього заносимо їх у комірки стовпчика *A*. Помістивши курсор у комірку *A4*, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – СРЗНАЧЕСЛИ*. На екрані з'являється таблиця, у якій потрібно заповнити поля *Диапазон* та *Условие*. У полі *Диапазон* вказуємо значення, для яких обчислюватимемо середнє арифметичне (*A1:A3*). Такий запис означає, що середнє арифметичне обчислюється для комірок (*A1; A2; A3*). У полі *Условие* вводимо (*>21*), тобто обчислюватимемо середнє арифметичне значення тільки для тих чисел у вказаному діапазоні, які більші за (21). Натиснувши *ОК*, у комірці *A4*

читаємо середнє арифметичне для чисел вказаного діапазону та зазначеної умови (22,5).

Нехай характеристика  $A$  набуває значень (22; 21; 23). Ці значення занесені у комірки ( $A1$ ;  $A2$ ;  $A3$ ). Змінна характеристика  $B$  набуває значень (10; 11; 12), які занесені у комірки ( $B1$ ;  $B2$ ;  $B3$ ). Потрібно знайти середнє значення характеристики  $B$  для усіх ( $A > 21$ ). Для цього, помістивши курсор у комірку  $B4$ , вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – СРЗНАЧЕСЛИ*. На екрані з'являється таблиця, у якій потрібно заповнити поля *Диапазон*, *Условие* та *Диапазон усреднения*. У полі *Диапазон* вказуємо комірки ( $A1:A3$ ), серед яких міститься наведена нижче умова. У полі *Условие* вводимо ( $>21$ ), тобто обчислюватимемо середнє значення характеристики  $B$  тільки для тих значень, для яких характеристика  $A$  у вказаному діапазоні набуває значень, більших за (21). У полі *Диапазон усреднения* набираємо ( $B1:B3$ ), що означає, що середнє значення характеристики  $B$  обчислюється у вказаному діапазоні значень. Натиснувши *OK*, одержуємо середнє значення характеристики ( $B = 11$ ), яке записується у комірці  $B4$ .

*Функция СРЗНАЧЕСЛИМН* обчислює середнє значення даних, що відповідають декільком умовам. Нехай Іванов, Петров і Павлов набрали за першу роботу (75; 94; 86) балів. За другу роботу вони набрали (85; 80; 93) бали. За третю роботу ці ж студенти набрали (87; 88; 75) балів. Занесемо набрані студентами бали у комірки ( $A1:A3$ ,  $B1:B3$ ,  $C1:C3$ ). Обчислимо середнє значення набраних балів за першу роботу тими студентами, які за другу роботу набрали більше 81 бала, а за третю – більше 74 балів. Для цього після поміщення курсора у комірку  $A4$  вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – СРЗНАЧЕСЛИМН*. На екрані з'являється таблиця з полями *Диапазон усреднения – Диапазон условия 1 – Условие 1 – Диапазон условия 2 – Условие 2*. У полі *Диапазон усреднения* записуємо ( $A1:A3$ ). У полі *Диапазон условия 1* записуємо ( $B1:B3$ ). У полі *Условие 1* записуємо ( $>80$ ). У полі *Диапазон условия 2* записуємо ( $C1:C3$ ). У полі *Условие 2* записуємо ( $>74$ ). Натискуємо *OK* і

читаємо у комірці *A4* середнє значення балів за першу роботу для тих студентів, які за другу роботу одержали не менше 80 балів, а за третю – не менше 75 балів. Шуканим значенням є число (81,5).

*Функція МЕДИАНА* визначає значення досліджуваної характеристики, яке являється серединою упорядкованого масиву даних. Нехай у комірці стовпчика *A* занесені дані (1; 2; 3; 4; 5; 6). Щоб визначити у цьому масиві даних медіану, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – МЕДИАНА*. На екрані з'являється таблиця з полями *Число 1 – ...*. У полі *Число 1* набираємо (*A1:A6*), натискаємо *OK* і читаємо значення медіани (3,5).

*Функція МОДА* визначає значення обстеженої характеристики, яке найчастіше зустрічається у масиві даних. Нехай задано масив даних (5; 6; 4; 4; 3; 2; 4), які занесені у комірці стовпчика *A*. Для того, щоб визначити серед цього масиву моду, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – МОДА*. На екрані з'являється таблиця з полями *Число 1 – ...*. У полі *Число 1* записуємо (*A1:A6*), натискаємо *OK* і читаємо значення моди (4).

**Міри розсіяння.** *Функція СПОТКЛ* обчислює середнє відхилення усіх значень від середнього арифметичного за допомогою  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$ . Для обчислення середнього відхилення у комірці таблиці заносять значення  $x_1, \dots, x_n$  ( $n \leq 255$ ). Після занесення усіх значень вибирають *Формулы – Другие функции – Статистические – СПОТКЛ*. На екрані з'являється таблиця з обчисленим значенням зазначеної функції. Після натискання *OK* значення середнього відхилення від середнього арифметичного заноситься у комірку під введеним раніше масивом даних.

*Функція ДИСП* обчислює дисперсію у вибірці. Нехай одержано дані (1345; 1301; 1368; 1322; 1310; 1370; 1318; 1350; 1303; 1299). Занесемо їх у комірці стовпчика *A* і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – ДИСП*. Масив наведених вище даних автоматично заноситься у поле *Число 1* у форматі (*A1:A10*). Автоматично виводиться також значення дисперсії (754,2667).

Функція *ДИСПР* обчислює дисперсію у сукупності. Нехай одержано наведені нижче дані (1345; 1301; 1368; 1322; 1310; 1370; 1318; 1350; 1303; 1299). Занесемо їх у комірки стовпчика *A* і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – ДИСПР*. Масив наведених вище даних автоматично заноситься у поле *Число 1* у форматі (A1:A10). Автоматично виводиться також значення дисперсії (678,84).

Функція *СТАНДОТКЛОН* обчислює стандартне відхилення у вибірці. Нехай одержано дані (1345; 1301; 1368; 1322; 1310; 1370; 1318; 1350; 1303; 1299). Занесемо їх у комірки стовпчика *A* і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – СТАНДОТКЛОН*. Масив наведених вище даних автоматично заноситься у поле *Число 1* у форматі (A1:A10). Автоматично виводиться також значення стандартного відхилення (27,46392).

Функція *СТАНДОТКЛОНП* обчислює стандартне відхилення значень від середнього арифметичного у сукупності. Нехай одержано дані (1345; 1301; 1368; 1322; 1310; 1370; 1318; 1350; 1303; 1299). Занесемо їх у комірки стовпчика *A* і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – СТАНДОТКЛОНП*. Масив наведених вище даних автоматично заноситься у поле *Число 1* у форматі (A1:A10). Автоматично виводиться також значення стандартного відхилення (26,05456).

**Нормальний розподіл.** Функція *НОРМРАСП* залежно від вибору (*ИСТИНА*; *ЛОЖЬ*) обчислює значення інтегрального розподілу або густини розподілу для вибраних значень аргументу. Для обчислення цих значень функції задають значення аргументу, середнє арифметичне значення і стандартне відхилення масиву даних, вибравши перед цим *Формулы – Другие функции – Статистические – НОРМРАСП*. На екрані з'являються поля *X – Среднее – Стандартное отклонение – Интегральная*. Заповнивши зазначені поля відповідно даними (42; 40; 1,5; *ИСТИНА*) і натиснувши *ОК*, одержуємо (0,908789). Для цих же даних функція густини розподілу набуває значення (0,10934).

*Функція НОРМОБР* обчислює значення аргументу за вказаним значенням функції нормального розподілу. Зокрема вибравши *Формулы – Другие функции – Статистические – НОРМОБР* і занісши у відповідні поля (0,908789; 40; 1,5), одержуємо (42).

*Функція НОРМСТРАСП* обчислює значення функції стандартного нормального розподілу, середнє значення якого дорівнює 0, а стандартне відхилення – 1. Для обчислення значення цієї функції вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – НОРМСТРАСП*. Зокрема для ( $z = 1,33333333$ ) одержуємо значення (0,908789).

*Функція НОРМСТОБР* обчислює значення аргументу за вказаним значенням функції стандартного нормального розподілу. Для цього вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – НОРМСТОБР*. Зокрема для (0,908789) одержуємо ( $z = 1,333335$ ).

*Функція ЭКСЦЕСС* обчислює ексцес масиву даних. Ексцес, як відомо, характеризує відносну гостроверхість чи згладженість розподілу у порівнянні з нормальним розподілом. Позитивний ексцес позначає відносно гостроверхий розподіл, від’ємний – відносно згладжений розподіл. Щоб визначити ексцес масиву даних (3; 4; 5; 2; 3; 4; 5; 6; 4; 7), занесемо його у комірки стовпчика *A* і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – ЭКСЦЕСС*. На екрані з’являється таблиця з полями *Число 1 – ...*. Набираємо у полі *Число 1 (A1:A10)*, натискуємо *OK* і читаємо значення ексцесу (-0,1518).

*Функція СКОС* обчислює асиметрію розподілу, яка характеризує міру несиметричності розподілу відносно середнього арифметичного значення. Позитивна асиметрія вказує на відхилення розподілу у бік позитивних значень, від’ємна асиметрія вказує на відхилення розподілу у бік від’ємних значень. Нехай одержано масив даних (3; 4; 5; 2; 3; 4; 5; 6; 4; 7). Щоб визначити його асиметрію, заносимо ці дані у комірки стовпчика *A* і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – СКОС*. Записавши у полі *Число 1 (A1:A10)*, одержуємо значення асиметрії (0,359543).

Функція *НОРМАЛИЗАЦИЯ* стандартизує емпіричні дані. Для цього вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – НОРМАЛИЗАЦИЯ*. У поле *X* заносимо число, яке необхідно стандартизувати (42), у поле *Среднее* – середнє арифметичне значення масиву даних (40), у поле *Стандартное отклонение* – стандартне відхилення (1,5) і читаємо результат (1,33).

Функція *ДОВЕРИТ* обчислює значення, за допомогою якого можна визначити довірчий інтервал для математичного очікування у сукупності. Припустимо, що маємо вибірку з 50 пасажирів, для яких середній час поїздки на роботу становить 30 хвилин із стандартним відхиленням для сукупності 2,5. Для рівня ймовірності  $\alpha = 0,05$  функція *ДОВЕРИТ(0,05; 2,5; 50)* дає значення (0,692952). Тому відповідний довірчий інтервал записуємо у вигляді  $(30 \pm 0,692952)$ , тобто приблизно [29,3; 30,7]. Для визначення значення функції *ДОВЕРИТ* поміщаємо курсор у комірку *A1* і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ДОВЕРИТ*. На екрані з'являється таблиця з полями *Альфа – Стандартное отклонение – Размер*, у які заносимо відповідно (0,05; 2,5; 50). Натискуємо *OK* і читаємо у комірці *A1* (0,692952).

**Інші типи розподілу.** Функція *ХИ2РАСП* обчислює значення функції  $\chi^2$ -розподілу для довільного значення  $x$ . Для того, щоб виконати зазначену операцію, поміщаємо курсор у комірку *A1* і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ХИ2РАСП*. З'являється таблиця з полями *X* та *Степени свободы*. У полі *X* записуємо значення аргументу, для якого планується обчислити значення функції зазначеного розподілу. У полі *Степени свободы* вибираємо кількість ступенів вільності. Зокрема для ( $x = 25$ ), ( $n = 16$ ) одержуємо ( $\chi^2 = 0,069825$ ).

Функція *ХИ2ОБР* обчислює значення аргументу за вибраним значенням функції розподілу  $\chi^2$  (за умови односторонньої ймовірності). Для того, щоб виконати зазначену операцію, поміщаємо курсор в комірку *A1* і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ХИ2ОБР*. На екрані з'являється таблиця з полями *Вероятность* і *Количество степеней свободы*.

Занесемо у поле *Вероятность* число  $(0,5)$ , у поле *Количество степеней свободы* –  $(15)$  і натиснемо *OK*. Як наслідок, читаємо у комірці *A1* результат –  $(14,33886)$ .

*Функція БИНОМРАСП* обчислює значення функції біноміального розподілу. Функція біноміального розподілу використовується у задачах з фіксованою кількістю випробувань, коли результатом будь-якого випробування може бути тільки успіх або невдача, випробування незалежні, а ймовірність успіху однакова протягом усього експерименту. Нехай ймовірність успіху у кожному випробуванні дорівнює  $\frac{1}{2}$ . Яка ймовірність того, що з  $(10)$  незалежних випробувань  $(6)$  будуть успішними? Щоб розв'язати цю задачу, у комірку *A1* поміщаємо курсор і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – БИНОМРАСП*. На екрані з'являється таблиця з полями *Количество успехов – Количество испытаний – Вероятность успеха – Интегральная*, в які заносимо числа  $(6; 10; 0,5)$ . Якщо вибирається “ИСТИНА”, то функція БИНОМРАСП обчислює ймовірність того, що кількість успішних випробувань не менша значення аргументу “кількість успіхів”; якщо вибирається “ЛОЖЬ”, то функція БИНОМРАСП обчислює ймовірність того, що кількість успішних випробувань дорівнює значенню аргументу “кількість успіхів”. Якщо у наведеному вище прикладі виберемо “ЛОЖЬ” і натиснемо *OK*, то у комірці *A1* прочитаємо  $(0,205078)$ . Якщо виберемо “ИСТИНА” і натиснемо *OK*, то у комірці *A1* прочитаємо  $(0,828125)$ . Отже, ймовірність того, що з  $(10)$  випробувань одне, два, три, чотири, п'ять чи шість будуть успішними, дорівнює  $(0,828125)$ .

*Функція КРИТБИНОМ* обчислює найменше значення, для якого інтегральний біноміальний розподіл більший або дорівнює заданому критерію. Для її обчислення вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – КРИТБИНОМ*. З'являється таблиця з полями *Количество испытаний – Вероятность успеха – Альфа*, в які записуємо, наприклад,  $(6; 0,5; 0,75)$ . Натискуємо *OK* і читаємо результат  $(4)$ .

*Функція ОТРБИНОМРАСП* обчислює ймовірність того, що заданій кількості успішних випробувань (кількість успіхів) буде передувати певна кількість невдалих випробувань (кількість невдач) за умови, що ймовірність успішного випробування постійна, а випробування незалежні. Наприклад, потрібно відшукати (10) осіб з блискучими здібностями. При цьому відомо, що ймовірність наявності таких здібностей у кандидатів складає (0,3). Функція ОТРБИНОМРАСП обчислює ймовірність того, що доведеться провести співбесіду з певною кількістю непридатних кандидатів, перш ніж буде знайдено (10) придатних кандидатів. Для обчислення зазначеної ймовірності вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ОТРБИНОМРАСП*. На екрані з'являється таблиця з полями *Количество неудач – Количество удач – Вероятность успеха*. Якщо дослідник хоче дізнатися, яка ймовірність того, що (10) успішним випробуванням передуватимуть (10) невдач, то, ввівши зазначені параметри у відповідні поля, він одержує (0,015409).

*Функція ГИПЕРГЕОМЕТ* обчислює ймовірність заданої кількості успіхів у вибірці, якщо задані розмір вибірки, кількість успіхів у сукупності і розмір сукупності, а ймовірність успіху дорівнює ймовірності невдачі. Нехай в коробці (20) цукерок, з них (8) з карамельною начинкою, (12) – з горіховою. Якщо вибрати навмання (4) цукерки, то зазначена функція підрахує ймовірність того, що серед вийнятих цукерок (1) виявиться з карамельною начинкою. Для обчислення зазначеної ймовірності вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ГИПЕРГЕОМЕТ*. На екрані з'являється таблиця з полями *Количество успехов в выборке – Размер выборки – Количество успехов в совокупности – Размер совокупности*. Заносимо у вказані поля відповідно (1; 4; 8; 20). Натискуємо ОК і читаємо, що ймовірність вийняти (1) цукерку з карамельною начинкою серед (4) вийнятих становить (0,363261).

*Функція ПУАССОН* дозволяє передбачити кількість подій, що відбудуться за певний відрізок часу. З цією метою вибираємо *Формулы – Дру-*



гие функции – Статистические – ПУАССОН. Якщо вибирається *ИСТИНА*, то обчислюється ймовірність того, що кількість випадкових подій попадає у діапазон від 0 до  $x$  включно. Якщо вибирається *ЛОЖЬ*, то обчислюється ймовірність точної рівності кількості подій значенню  $x$ . Зокрема, якщо середня кількість подій (5), то ймовірність того, що матиме місце кількість подій, не більша за (2), дорівнює (0,124652). За цих же самих умов ймовірність того, що матимуть місце саме (2) події, дорівнює (0,084224).

Функция *СТЬЮДРАСП* обчислює ймовірність для розподілу Стюдента. Щоб обчислити зазначену ймовірність, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – СТЬЮДРАСП*. На екрані з'являється таблиця з полями *X – Степени свободы – Хвосты*. В поле *X* записуємо значення, для якого потрібно визначити значення функції розподілу (1,959999998), у поле *Степени свободы* заносимо число (60), в поле *Хвосты* записують або (1) – односторонній критерій, або (2) – двосторонній критерій. У випадку одностороннього критерію одержуємо (0,027322464). У випадку двостороннього критерію одержуємо (0,054644927).

Функция *СТЬЮДРАСПОБР* обчислює значення розподілу для заданих ймовірності і кількості ступенів вільності. Щоб обчислити значення функції, вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – СТЬЮДРАСПОБР*. На екрані з'являється таблиця з полями *Вероятность – Степени свободы*. Заносимо в поле *Вероятность* (0,054644927), в поле *Степени свободы* – (60) і читаємо значення (1,959999998).

**Перевірка гіпотез.** Функция *ХИ2ТЕСТ* обчислює значення статистики (критерію незалежності) для розподілу  $\chi^2$  з певною кількістю ступенів вільності. Критерій  $\chi^2$  використовують з метою встановлення чи підтверджується сформульована гіпотеза одержаними емпіричними даними. В обчисленні зазначеного критерію використовують фактичний та очікуваний масиви даних. Значення критерію незалежності обчислюється з використанням  $\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(A_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$ , де  $A_{ij}$  — фактична частота в  $i$ -ому рядку,  $j$ -ому

стовпчику;  $E_{ij}$  — очікувана частота в  $i$ -ому рядку,  $j$ -ому стовпчику;  $r$  — кількість рядків;  $c$  — кількість стовпчиків. Як видно з наведеного співвідношення, критерій  $\chi^2$  завжди позитивний або дорівнює 0, а останнє можливе тільки у тому випадку, якщо  $A_{ij} = E_{ij}$  для довільних значень  $i, j$ . Зазначена функція обчислює ймовірність того, що за умови незалежності можна одержати таке значення статистики  $\chi^2$ , яке буде щонайменше не менше за значення, обчислене з використанням наведеного співвідношення. Для обчислення цієї ймовірності функцією ХИ2ТЕСТ використовується розподіл  $\chi^2$  з відповідною кількістю ступенів вільності  $df = (r - 1)(c - 1)$ . Використовують функцію ХИ2ТЕСТ для  $E_{ij}$  не меншого 5. Нехай у комірки (A1; A2; A3) занесені фактичні дані (58; 11; 10), у комірки (B1; B2; B3) занесені фактичні дані (35; 25; 23), у комірки (A4; A5; A6) занесені очікувані дані (45,35; 17,56; 16,09), у комірки (B4; B5; B6) занесені очікувані дані (47,65; 18,44; 16,91). Поміщаємо курсор у комірку A7 і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ХИ2ТЕСТ*. На екрані з'являється таблиця з полями *Фактический интервал* і *Ожидаемый интервал*. У поле *Фактический интервал* заносимо (A1:B3). У поле *Ожидаемый интервал* заносимо (A4:B6). Натискуємо ОК і читаємо у комірці A7 значення (0,000308). Статистика  $\chi^2$  для наведених даних дорівнює (16,16957) с 2 ступенями вільності.

*Функція ТТЕСТ* дозволяє визначити ймовірність того, що дві вибірки взято з сукупностей, які мають одне і те ж середнє значення. Щоб обчислити зазначену ймовірність, занесемо у комірки стовпчика A масив 1, у комірки стовпчика B масив 2 і виберемо *Формулы – Другие функции – Статистические – ТТЕСТ*. На екрані з'являється таблиця з полями *Массив 1 – Массив 2 – Хвосты – Тип*. У поле *Массив 1* записуємо (A1:A9), у поле *Массив 2* – (B1:B9). Якщо у поле *Хвосты* занести (1), то функція використовує односторонній розподіл, якщо – (2), то використовується двосторонній розподіл. У поле *Тип* заносять (1) – парний тест, (2) – рівні дисперсії, (3) – нерівні дисперсії. Якщо масив 1 охоплює (3; 4; 5; 8; 9; 1; 2; 4; 5), масив 2 – (6; 19; 3; 2; 14; 4; 5; 17; 1), то ви-

користовуючи двосторонній критерій для парного тесту, одержимо ймовірність (0,196016).

*Функція ФТЕСТ* обчислює двосторонню ймовірність того, що різниця між дисперсіями аргументів “масив 1” і “масив 2” несуттєва. Якщо відомі результати тестування для приватних і державних шкіл, то можна визначити, чи притаманні цим типам навчальних закладів різні рівні розсіяння результатів тестування. Якщо дані масиву 1 (6; 7; 9; 15; 21) занести у колонку *A*, а дані масиву 2 (20; 28; 31; 38; 40) занести у колонку *B*, вибрати *Формулы – Другие функции – Статистические – ФТЕСТ*, то на екрані з’явиться таблиця з полями *Масив 1* і *Масив 2*. У зазначені поля записуємо відповідно (*A1:A5*) і (*B1:B5*), натискуємо *OK* і читаємо ймовірність того, що дисперсії ідентичні (0,648318).

**Кореляційний зв’язок.** *Функція КОРРЕЛ* обчислює коефіцієнт кореляції між значеннями “масив 1” і “масив 2”. Нехай характеристика *A* набуває значень (3; 2; 4; 5; 6), характеристика *B* набуває значень (9; 7; 12; 15; 17). Ці значення занесені у комірки *A1 – A5* і *B1 – B5*. Для обчислення зв’язку між зазначеними характеристиками поміщаємо курсор у комірку *A6* і вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – КОРРЕЛ*. На екрані з’являється таблиця з полями *Масив 1 – Масив 2*, у які записуємо відповідно (*A1:A5*) і (*B1:B5*). Натискуємо *OK* і читаємо у комірці *A6* значення коефіцієнта кореляції (0,997054).

*Функція ПИРСОН* обчислює коефіцієнт кореляції Пірсона. Нехай потрібно визначити кореляційний зв’язок між двома змінними, значення яких занесені у комірки стовпчиків *A* (9; 7; 5; 3; 1) і *B* (10; 6; 1; 5; 3). Для цього вибираємо *Формулы – Другие функции – Статистические – ПИРСОН*. На екрані з’являється таблиця з полями *Масив 1* і *Масив 2*. У названі поля заносимо відповідно (*A1:A5*) і (*B1:B5*) і читаємо значення коефіцієнта кореляції (0,699379).

**Графічне представлення даних.** Нехай одержано наведені нижче дані (1345; 1301; 1368; 1322; 1310; 1370; 1318; 1350; 1303; 1299). Щоб представити їх у вигляді діаграми, заносимо їх у комірки стовпчика *A* і вибираємо *Вставка – Гистограмма – Все типи діаграмм*. У вікні, що з'явилося, вибираємо тип діаграми. У наведеному прикладі вибрано стовпчикову діаграму (див. рис. 27.1).

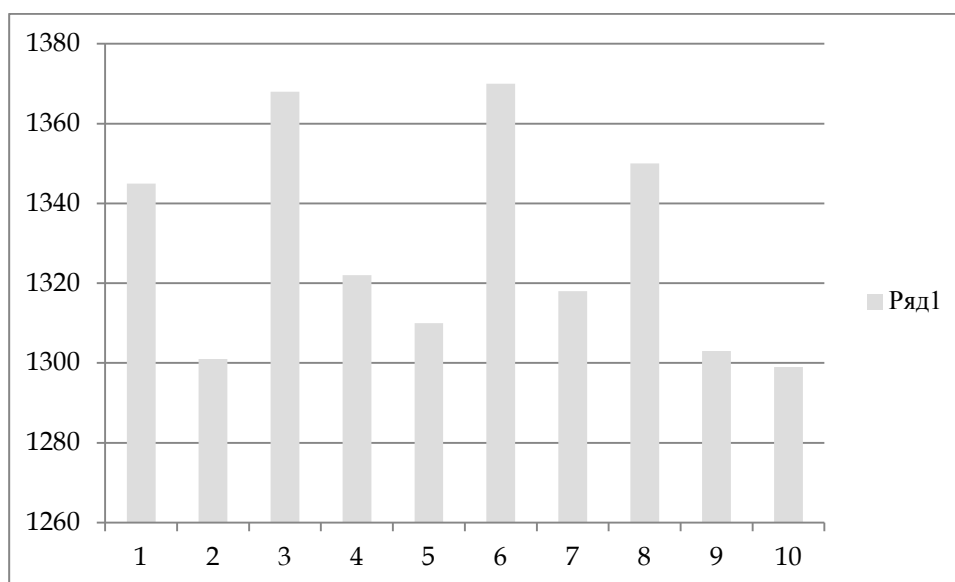


Рис. 27.1. Стовпчикова діаграма

### Запитання

- \* Який редактор використовується для набору тексту на ПК?
- \* Які редактори найбільш поширені в опрацюванні результатів емпіричних досліджень у соціальних науках?
- \* Які з необхідних для Вашого дослідження статистичних функцій вище не охарактеризовані?

### Завдання

- \* Проілюструйте роботу перелічених вище статистичних функцій на гіпотетичних прикладах.

## ГЛАВА 7. ПЛАНУВАННЯ І ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ, УЗАГАЛЬНЕННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ

### § 28. Планування дослідження

**Етапи виконання дослідження.** Наукове дослідження переважно розпочинається з виділення початкової проблеми, яку дослідник планує дослідити. Наприклад, дослідник може зацікавитися використанням персональних комп'ютерів з метою підвищення навчальних досягнень учнів з математики. Але початкова проблема є надто широкою для дослідження. Її потрібно звузити до такої міри, щоб можна було дати відповідь на запитання дослідження у межах одного дослідження. У випадку емпіричних досліджень при цьому прагнуть, щоб відповідь на запитання дослідження вимагала прямого обстеження чи спостереження. Локалізація проблеми, фокусування дослідницького інтересу відбуваються у процесі вивчення наукових досліджень та запитів практики.

Незважаючи на разючі відмінності між фундаментальними і прикладними, теоретичними і емпіричними, кількісними і якісними дослідженнями, більшість з них структурно ідентична. Загалом незалежно від типу дослідження його можна представити у вигляді наведеної нижче послідовності дій дослідника.

1. Аналіз стану досліджуваної проблеми (за літературними джерелами і даними практики).
2. Виокремлення об'єкта і предмета дослідження.
3. Обґрунтування теми дослідження.
4. Формулювання гіпотези дослідження.
5. Формулювання мети і завдань дослідження.

6. Розроблення концепції (теоретичних основ і методологічних засад) дослідження.
7. Розроблення програми і методики дослідження.
8. Характеристика термінологічного апарату та умовних позначень дослідження.
9. Виконання дослідження.
10. Опрацювання результатів дослідження.
11. Узагальнення результатів дослідження.
12. Формулювання пропозицій щодо подальшого пошуку з досліджуваного питання.
13. Апробація результатів дослідження.
14. Впровадження результатів дослідження.
15. Оформлення результатів дослідження.

При цьому наведений алгоритм залежно від характеру дослідження можна своєрідно трактувати, використовуючи дещо інші назви етапів дослідницької роботи, об'єднуючи декілька з них чи виокремлюючи додаткові.

**Аналіз стану досліджуваної проблеми (за літературними джерелами і даними практики).** Світова практика свідчить, що в організації наукових досліджень мають місце випадки, коли дослідники ініціюють теми дослідницьких проектів. Водночас часто агенції, що фінансують наукові дослідження, висувають вимоги до дослідницьких пропозицій, в яких окреслюються проблеми дослідження.

У будь-якому випадку наукове дослідження покликане дати відповідь на сформульоване запитання. Формулювання запитання дослідження є наслідком аналізу теоретичних і практичних здобутків у певній галузі знань. Як результат, формулювання запитання дослідження, а також пошук відповіді на нього не може відбуватися без зв'язку з результатами діяльності інших вчених та

практиків. Сформульоване запитання дослідження і відсутність рецептурних відповідей на нього створюють проблему дослідження.

Як бачимо, дослідження розпочинається з виокремлення його проблеми. Проблема – це знання про незнання. Для людини, не обізнаної у певній галузі науки, проблем у ній не існує. Потрібно також відрізнити суб'єктивну проблему від об'єктивної наукової проблеми. Суб'єктивна проблема – це прогалини у знаннях дослідника; об'єктивно, можливо, такої проблеми не існує. Об'єктивні наукові проблеми поки що ніким не розв'язані.

Мають місце випадки, коли наукову проблему підмінюють практичною задачею. У дослідженні освітніх проблем дослідник часто відштовхується безпосередньо чи опосередковано від запитів практики і у випадку розв'язання наукової проблеми сприяє підвищенню ефективності практичної діяльності. Але запит практики не є науковою проблемою. Він слугує стимулом для пошуку наукових засобів розв'язання практичної задачі. Оптимізація процесу навчання – це практична задача; водночас з'ясування умов, що забезпечують оптимізацію навчально-виховного процесу – наукова проблема. До того ж, практичні задачі розв'язуються не лише науковими засобами; створення нормальних фінансово-економічних і матеріально-технічних умов у навчальному закладі – справа не тільки науковців, а й менеджерів, економістів, політиків тощо. Потрібно зазначити, що одна практична задача може бути розв'язана на основі дослідження декількох наукових проблем і дослідження однієї наукової проблеми може сприяти розв'язанню декількох практичних задач. Подолання неуспішності учнів – практична задача, для розв'язання якої потрібне наукове знання, причому не тільки педагогічне, а й психологічне, соціологічне тощо.

Щоб уникнути підміни наукової проблеми практичною задачею, потрібно знати, які наукові знання потрібні, щоб розв'язати дану практичну задачу. Потрібно також знати, чи є вони у науковому арсеналі знань. Якщо готових відповідей немає (закономірності педагогічного процесу не відомі), то має місце

проблема, що вимагає дослідження. Якщо вони є, то ними можна скористатися, і тоді ніякої наукової проблеми немає.

Наукова проблема – об’єктивно виникаюче в процесі розвитку пізнання запитання чи цілісний комплекс запитань, розв’язання яких представляє теоретичний чи практичний інтерес. Наукова проблема – суперечлива ситуація, спричинена наявністю протилежних позицій у поясненні явищ, процесів тощо, а також неможливістю їх пояснити. Наукова проблема виникає там, де практика, використовуючи наявні засоби, не може досягти наміченої цілі через наявність певних суперечностей.

Загалом суперечність – це невідповідність між вимогами і можливістю їх виконати, потребами і можливістю їх задовольнити. Суперечність – це невідповідність між емпіричними даними та наявними теоретичними уявленнями, наявними результатами та вимогами до освітнього процесу. Суперечність неможливо побороти логічним шляхом, що спонукає шукати обхідний. У зв’язку з цим процес дослідження полягає у розробленні способів обходу наявної суперечності (перестрибування через неї) та їх експериментальній перевірці й обґрунтуванні.

Ефективно розв’язати наукову проблему неможливо без чіткого формулювання запитання дослідження і виокремлення суперечності у відповіді на нього. У виокремленні суперечності виходять з того, що вона не може бути між існуючим і неіснуючим (наприклад, вимоги практики і відсутність певних розробок). Також зважають на те, що суперечність не може лежати в різних площинах теорії чи практики. Вона є сутнісною, внутрішньо властивою одній і тій же реальності (одному предмету, явищу чи процесу). Зазначене є свідченням того, що суперечності потрібно відрізнити від невідповідностей.

Про невідповідність ведуть мову тоді, коли зіставляють вимоги суспільства до навчально-виховного процесу і реальні результати його функціонування. Невідповідність може стосуватися організації навчання і соціальних процесів формування особистості. Суперечність, на відміну від



невідповідності, стосується, скажімо, сутності процесу навчання. Наприклад, суперечливими є вимоги всебічного розвитку особистості і профілізації навчального процесу у старшій школі. Вимозі розвитку творчого потенціалу учнів суперечить стратегія поверхового засвоєння основ знань.

Аналіз свідчить, що найбільш гострими є суперечності між:

- випереджувальною суспільною функцією освіти та її консерватизмом, орієнтацією (в кращому випадку) на відображення уже реалізованого;
- неперервним оновленням змісту освіти і традиційною педагогічною вимогою його стабільності;
- підвищенням якості освіти і кількісним розширенням її масштабів;
- неперервним нарощенням об'єму інформації та обмеженим терміном навчання в навчальних закладах;
- інтенсифікацією навчально-виховного процесу і фактичним превалюванням екстенсивних шляхів його удосконалення;
- індивідуалізацією навчання і виховання з метою забезпечення розвитку потенційних можливостей і творчих здібностей кожного учня і зростаючими масштабами освіти;
- всебічним розвитком учнів і вимогами ринку праці, що складаються;
- практичною підготовкою учнів і зростаючою абстрактністю викладання, що супроводжується збільшенням об'єму теоретичних знань;
- залученням учнів до творчої соціально-перетворювальної діяльності і превалюванням словесно-книжних методів впливу на особистість, що веде до пасивного споживання інформації;
- активізацією учнів в якості головних суб'єктів навчально-виховного процесу та їх становищем як пасивних об'єктів педагогічного впливу;
- цілеспрямованим педагогічним управлінням процесом розвитку особистості і фактичною розпорошеністю, неузгодженістю педагогічного впливу;

- розвитком творчого потенціалу педагогів і виконанням ними рутинних обов'язків;

- підвищенням професіоналізму учителя і його об'єктивно обмеженими можливостями відповідати новим вимогам через скорочення часу на самоосвіту;

- підвищенням ролі сім'ї у формуванні духовного світу дітей, особливо у їхньому моральному розвитку, і розбіжністю смаків і поглядів дітей та батьків.

За результатами аналізу наявних наукових результатів, а також ефективності розв'язання практичних проблем дослідник формулює загальне запитання, яке він уточнює у серії формулювань.

Виділяють декілька формальних вимог до розгортання проблеми дослідження:

- максимально можливе розмежування проблемного (невідомого) і не проблемного (відомого);

- розмежування суттєвого і несуттєвого стосовно даної проблеми;

- розчленування загальної проблеми на частини і впорядкування їх на за-садах пріоритету.

Виокремлення проблеми, її конкретизація у формі запитання дослідження здійснюються у процесі аналізу практики та огляду літератури. Здійснюючи огляд літератури, насамперед концентруються на вивченні наукових джерел. Найкращі наукові джерела – це ті, в яких використовується система анонімного рецензування. Огляд літературних джерел дозволяє знайти дослідження, ідентичні чи аналогічні до запланованого, відшукати необхідні обстежувальні засоби, передбачити проблеми, з якими можна зустрітися у процесі дослідження. Здійснюючи огляд досліджень з проблеми, виділяють ключові слова, за якими проводять пошук і відбір пов'язаних джерел. У відібраних джерелах аналізують описані результати, застосовані методи дослідження, що вимагає доступу до повнотекстних версій статей. Здійснюючи огляд досліджень, повсякчас пам'ятають про досліджувану про-

блему, упорядковуючи при цьому опрацьовані джерела за категоріями. У процесі такої роботи дослідник набуває знань і теоретичного розуміння, що є неодмінним для формулювання коректної науково цінної гіпотези дослідження. Із зазначеного вище робимо висновок, що опрацювання бібліографічних джерел здійснюється як з метою пошуку теми дослідження, так і з метою з'ясування наявних розв'язків проблем, аналогічних до досліджуваної.

Пошук наукової інформації з проблеми дослідження здійснюється у такій послідовності:

1. Накопичення загальної інформації з проблеми дослідження за допомогою енциклопедій, словників, довідників, підручників, посібників.

2. Систематизація і використання знайдених посилань для подальшого ознайомлення з проблемою.

3. Опрацювання оглядів і монографій з метою виявлення в них посилань на оригінальну літературу.

4. Систематичний пошук за допомогою вказівників.

5. Ознайомлення з рефератами публікацій.

6. Вивчення оригіналів наукових робіт.

Пошук інформації з проблеми вважається завершеним лише в тому випадку, якщо коло посилань замикається, тобто подальший пошук не виявляє нових посилань на нові роботи.

**Виокремлення об'єкта і предмета дослідження.** Перш, ніж сформулювати тему дослідження, дослідник неодмінно окреслює об'єкт дослідження і виокремлює його предмет.

Виокремлюючи об'єкт дослідження, дослідник дає відповідь на запитання: що досліджується. Об'єкт дослідження – це частина об'єктивної реальності, на якій на даному етапі фокусується теоретична і практична діяльність дослідника. Об'єктом дослідження може виступати усе те, що явно

чи не явно містить суперечність і породжує проблемну ситуацію. Об'єкт дослідження – це, як правило, процес, явище.

Педагогічна дійсність нескінченно багатогранна. Тому, якщо не виокремити в об'єкті, на який спрямована увага дослідника, певний аспект його дослідження, то можна втратити у точності одержаних результатів. Як наслідок, у наукових дослідженнях розрізняють, з одного боку, явище, на яке спрямована увага дослідника, тобто об'єкт дослідження, з іншого боку – те, відносно чого він планує одержати нове знання – предмет дослідження.

Предмет дослідження – атрибут об'єкта дослідження, який підлягає вивченню. Предмет дослідження вказує на те, у якій площині розглядається об'єкт саме в цьому дослідженні. Предмет дослідження – це те, що знаходиться у межах об'єкта дослідження, але це не частина об'єкта дослідження, а аспект його розгляду. Предметом дослідження слугують властивості, які найбільш випукло виражають суперечність, забезпечуючи протікання процесу чи явища. З іншого боку, предмет дослідження – це сутнісні ознаки об'єкта дослідження чи відношення між ними, що досліджуються з певною метою в даних умовах; решта властивостей об'єкта дослідження умовно залишаються поза полем зору дослідника.

Таким чином, предмет дослідження є, умовно кажучи, частиною його об'єкта. При цьому важливо, щоб предмет був елементом системи, що безпосередньо представляє об'єкт (тобто без опосередкованих елементів). Наприклад, коли ми досліджуємо процес навчання, то одним з предметів дослідження може бути одна з організаційних форм. Якщо в якості об'єкта обрати діяльність навчального закладу взагалі, то організаційні форми не можуть уже виступати предметом дослідження, оскільки між об'єктом і предметом немає безпосереднього зв'язку, а саме, зв'язок між діяльністю навчального закладу й організаційними формами опосередковується навчальним процесом.

Потрібно зазначити, що предмет дослідження потрібно розглядати у взаємозв'язку з іншими елементами системи (об'єкта дослідження). Вирвати

елемент (предмет) з системи практично неможливо без її деформації. І навіть, якщо це можливо в дослідженні, то в реальному функціонуванні об'єкта (системи) цього не буває, а тому результати “відірваного” дослідження рідко коли є достовірними. Інколи горизонтальних зв'язків настільки багато, що доводиться враховувати тільки найсуттєвіші й абстрагуватися від інших. У цьому випадку вибір за дослідником, а вдалість вибору зв'язків є похідною від його ерудиції та інтуїції. З розвитком знань про об'єкт відкриваються його нові сутнісні ознаки, що стають предметом пізнання. Як бачимо, застосування системного підходу стосовно об'єкта і предмета дослідження передбачає виділення об'єкта дослідження, розгляд його як системи елементів, одним з яких є предмет дослідження, і врахування зв'язків між предметом та іншими елементами системи в процесі дослідження.

Типовими помилками у визначенні об'єкта і предмета педагогічних досліджень є надмірна широта зазначених атрибутів та порушення між ними родово-видового зв'язку. Помилково поступають і тоді, коли спочатку вибирають предмет дослідження, а потім до нього прив'язують об'єкт. Насамперед тому, що в результаті структурування об'єкта отримують можливі предмети дослідження. Виокремлення серед можливих предметів (елементів системи) найістотнішого для розв'язання суперечності вказує на істинний предмет дослідження і є більш точним визначенням згаданої вище суперечності. Потрібно спростувати також помилкову тезу про те, що в педагогічному дослідженні об'єктом обов'язково має виступати процес, а предметом – одна з його складових частин.

**Обґрунтування теми дослідження.** Локалізуючи дослідницький інтерес, дослідник рухається від окреслення проблемного поля дослідження через виділення його об'єкта та виокремлення предмета до формулювання теми дослідження. У темі дослідження проблема відображається шляхом розчленування на складові елементи.

У пошуку теми дослідження керуються необхідністю:

- розширення множини досліджуваних аспектів даної галузі науки, відштовхуючись від наявних досліджених аспектів;
- поглиблення певного аспекту даної галузі дослідження, відштовхуючись від наявних результатів;
- підтвердження раніше отриманих результатів;
- підвищення точності раніше отриманих результатів;
- виконання дослідження, яке б звело воедино сукупність до цього розрізнених результатів;
- підтвердження теорії шляхом експериментальної перевірки одного з наслідків, що витікають з неї;
- теоретичного узагальнення певної сукупності емпіричних даних;
- розроблення теоретичних основ протікання явища (процесу);
- теоретичного переосмислення основ педагогічних явищ на основі новітніх даних.

Головною вимогою, якої необхідно дотримуватися у формулюванні теми дослідження, є відображення у ній руху від звиклого до нового, зіткнення старого з тим, що пропонується у дослідженні. Сказане можна проілюструвати двома прикладами формулювання теми, перший з яких невдалий, другий – вдалий: *Евристичний метод навчання як засіб розумового розвитку; Дослідницький метод навчання як засіб розумового виховання.* Жодного натяку на рух від звиклого до нового у першому формулюванні немає: евристичний метод з самого початку розроблявся як засіб розумового розвитку школярів; проте дослідницький метод раніше ніким не розглядався у якості засобу розумового виховання.

При формулюванні теми дослідник усвідомлює, з одного боку, з якими більш широкими проблемами вона співвідноситься, з іншого боку, – який новий теоретичний і практичний матеріал передбачається освоїти.

Тема дослідження, являючись характеристикою проблемної ситуації, відображає суперечність між типовим станом об'єкта дослідження і вимогами

до нього. Тому дослідження завжди пов'язане з удосконаленням його предмета, із з'ясуванням причин виявлених суперечностей, з розробленням системи заходів, спрямованих на підвищення ефективності та якості функціонування об'єкта дослідження, з поглибленням теоретичних уявлень про предмет дослідження.

Слід зазначити, що нині дослідники послуговуються низкою методів, які допомагають окреслити проблему, виділити об'єкт, виокремити предмет та обрати тему дослідження. При цьому після того, як виникла дослідницька ідея, насамперед необхідно переконатися, чи є вона досліджуваною. Якщо дослідник володіє необмеженими ресурсами і можливостями, то у нього є можливість якісно виконати дослідження. Проте так ніколи не буває. Тому він завжди змушений іти на компроміс між строгістю і практичними можливостями. Розглядаючи питання здійсненності дослідження, дослідник зважає на тривалість дослідження, етичні обмеження, необхідну кооперацію, вартість дослідницької роботи.

Загалом тема дослідження відображає один із шляхів розв'язання практичної задачі. При її виборі керуються, крім новизни, значущості, можливості виконання у зазначений термін, завершення і впровадження результатів дослідження, наявності відповідних методик дослідження і можливості розроблення нових, актуальністю.

Актуальність теми дослідження визначається необхідністю і своєчасністю розв'язання наявної проблеми. Іншими словами, обґрунтувати актуальність дослідження означає показати, що проблема, на розв'язання якої спрямоване дослідження, дійсно існує (не було виконано таких досліджень, наявних знань недостатньо, наявні наукові знання застаріли), що для розв'язання проблеми є необхідні засоби, тобто розв'язання проблеми є своєчасним.

Обґрунтування теми дослідження передбачає відповідь на запитання: чому дану проблему потрібно у даний час вивчати. Є певна відмінність між актуальністю наукової проблеми й актуальністю конкретної теми у її межах.

Актуальність проблеми, як правило, не потребує складної системи доводів. Обґрунтовуючи актуальність теми, необхідно показати, що саме ця тема серед інших (деякі з яких уже досліджувались) є найбільш насущною, бо, будучи науково розв'язаною і практично впровадженою, призведе до помітного підвищення протікання досліджуваного освітнього процесу.

Актуальність фундаментального дослідження пов'язана з неможливістю завершення побудови теорії (цілісної системи) без результатів даного дослідження, необхідністю створення теорії для пояснення накопичених експериментальних даних, заміни старої теорії новою тощо.

Актуальність прикладного дослідження, як правило, визначається необхідністю підвищення ефективності навчально-виховного процесу, що вимагає пошуку нових педагогічних засобів, порівняльної оцінки засобів, які спорадично використовує педагогічна практика, експериментальної перевірки матеріалу, який накопичила педагогічна теорія.

Оскільки більшість педагогічних досліджень фундаментально-прикладного характеру, то до них висувається вимога актуальності з теоретичної і практичної точок зору. Між практичною і теоретичною актуальністю поміщають обґрунтування напряду, а точніше вказують на той факт, що пропоновані теоретичні засоби розв'язання практичної задачі лежать у площині використовуваних прогресивних підходів, сучасних освітніх парадигм тощо. Водночас потрібно мати на увазі, що актуальність розв'язання практичної задачі не є доказом актуальності наукової проблеми, оскільки можуть мати місце випадки, коли наука володіє засобами розв'язання практичної задачі, але ці засоби не реалізовані на практиці.

Обґрунтовуючи актуальність теми дослідження, дослідник розкриває:

- запити практики (конкретні труднощі у розв'язанні педагогічної задачі; помилки і недоліки у роботі, пов'язані з відсутністю відповідних науково обґрунтованих положень і рекомендацій; прогресивні явища, що вимагають узагальнення, аналізу і подальшого наукового розроблення);



- запити науки (необхідність запланованого дослідження для розвитку науки; місце проблеми в загальному науковому знанні; наукову наступність розроблюваної теми);

- сутність проблеми (основні суперечності між існуючими теоретичними та емпіричними знаннями);

- соціальний запит на подолання зазначених суперечностей;

- розробленість проблеми;

- ідею дослідження (головний напрям дослідження чи його концепцію);

- стратегію дослідження (принципи заміни існуючого чи розроблення нового теоретичного знання);

- тактику дослідження (відомі теоретичні і методологічні положення, виходячи з яких, слід розробляти теоретичні передумови запланованого дослідження як засобу підвищення практичної ефективності педагогічних процесів і явищ).

Слід зазначити, що в обґрунтуванні актуальності теми дослідники часто наводять довгий перелік вчених, що займалися досліджуваною проблемою, проте рідко вказують, які аспекти проблеми вони досліджували і практично не зазначають, які результати одержали. Мають також місце випадки, коли в обґрунтуванні теми дослідження вказують на недостатність її висвітлення у педагогічній науці. Такий підхід є помилковим, оскільки потрібно виходити з наявної практичної задачі, переходити до аналізу наявних наукових засобів її розв'язання і аж після цього вказувати на їх неефективність, недостатність чи відсутність.

У формулюванні теми мають місце випадки плутанини зв'язку об'єкта, предмета і теми дослідження. У темі, безперечно, проглядаються об'єкт і предмет дослідження та його мета (користь від виконання дослідження). Але не припустимо формулювати тему, копіюючи предмет чи об'єкт дослідження. Об'єкт, предмет і тема дослідження перебувають у стані родово-видового зв'язку. Нехтування зазначеним призводить до надто широких формулювань,

у яких, як правило, відсутні сліди серйозних роздумів стосовно вибраної проблемної області.

**Формулювання гіпотези дослідження.** Дослідження проблеми розпочинається з аналізу аналогічних запитань та відповідей на них, на основі чого припускаються можливі способи її розв'язання (формулюється гіпотеза дослідження).

Гіпотеза – головний методологічний інструмент, що організує дослідження і підпорядковує його внутрішній логіці. Гіпотеза дослідження – передбачення, в якому на основі сукупності фактів висувається припущення щодо констатації наявності зв'язку між явищами природи чи суспільного життя або їх пояснення. Пояснити явище перш за все означає розкрити його причину, закономірний зв'язок з іншими явищами. Тому гіпотезу в цьому сенсі розуміють як обгрунтоване, що не суперечить достовірним твердженням і потребує доведення, припущення щодо причини певного кола явищ і процесів.

Гіпотеза – припущення, за яким на основі ряду фактів робиться висновок про існування явища, його характер чи причину, причому цей висновок не можна вважати цілком доведеним. Подібного роду висловлювання стосуються переважно не просто констатації існування певного явища, а з'ясування зв'язку між ним і спостережуваними відомими явищами. В усіх випадках гіпотеза являє собою знання не достовірне, а ймовірне. Це висловлювання, істинність чи хибність якого не встановлена. Процес встановлення істинності чи хибності гіпотези і є процесом пізнання. Гіпотеза – не доведена теза. Вона являє собою можливу відповідь на запитання, яке дослідник поставив стосовно прогнозованих зв'язків між досліджуваними фактами.

Із сказаного вище випливає, що гіпотетичні припущення переважно стосуються наявності зв'язків та пояснення причини їх характеру. По мірі можливості важливо переходити від характеристики складу до розкриття структури досліджуваного явища, що, в свою чергу, передбачає дослідження зв'язків між компонентами цього явища, так як під сутністю

предмета (явища) розуміють розкриття його внутрішньої структури, власних законів і джерел розвитку. Сутність не розкривається безпосередньо, вона з'ясовується шляхом дослідження явища. Перехід від явища до сутності веде до пізнання законів, тобто до виявлення внутрішніх, суттєвих, стійких зв'язків між явищами, які обумовлюють необхідний їх розвиток і можуть бути сформульовані у вигляді окремих суджень. Закономірність виражає певний порядок причинного, необхідного і стійкого зв'язку між явищами і властивостями об'єктивного світу, за яких зміни одних явищ викликають цілком певні зміни інших.

Розрізняють універсальні, причинно-наслідкові і функціональні зв'язки. З іншого боку, зв'язки бувають внутрішні – зовнішні, загальні – часткові, безпосередні – опосередковані, постійні – тимчасові, стійкі – нестійкі, суттєві – несуттєві, що повторюються – що не повторюються, випадкові – необхідні, глибинні – поверхневі, домінантні – не домінантні. У будь-якій системі діють одночасно два типи зв'язків, що характеризують з одного боку її стійкість, з іншого – мінливість. Водночас доводиться констатувати, що в педагогічних дослідженнях рідко має місце аналіз зв'язків між компонентами системи, чи між окремими компонентами системи і цілим.

Аналіз показує, що у формулюванні гіпотези дослідження стежать за тим, щоб вона:

- Була адекватною відповіддю на сформульоване запитання.
- Була логічно обгрунтованою.
- Була чіткою сформульованою.
- Була нетривіальною, пропонувала механізм розв'язання суперечності шляхом швидше не чергового логічного кроку, а інтуїтивного стрибка думки, формулювалася так, щоб проглядалися положення, що потребують доведення і захисту.

- Не просто постулювала той факт, що даний засіб покращить результати процесу (часом це і без дослідження зрозуміло), а містила припущення, що цей засіб із низки можливих виявляється найкращим за певних умов.

- Відображала стійкі і необхідні зв'язки, що можуть набувати характеру закону чи закономірності.

- Була прогностично сильною, передбачала нові факти, явища та зв'язки між ними.

- Не суперечила раніше встановленим науковим фактам.

- Була єдиним поясненням даного явища.

- Пояснювала якомога більшу кількість пов'язаних з цим явищем фактів.

- Була застосовною до більш широкого кола явищ, ніж те, яке безпосередньо спостерігається у дослідженні.

- Не містила понять, які не отримали емпіричної інтерпретації, бо в протилежному випадку таку гіпотезу не можливо перевірити.

- Була специфікованою (у її формулюванні має вказуватися спосіб перевірки у конкретному дослідженні).

- Дозволяла свою перевірку при даному рівні теоретичних знань, методичного забезпечення і практичних можливостей виконання дослідження.

- Формулювалася так, щоб її можна було експериментально перевірити.

Не можна проводити дослідження, яке, наперед відомо, приведе до зниження знань, вихованості учнів тощо, проте можна висунути подібного роду гіпотезу і перевірити її за допомогою мисленого експерименту.

Формулювання гіпотези провокується досліджуваним запитанням. Якщо в запитанні закладений великий обсяг інформації, яку можна отримати, давши на нього відповідь, то гіпотеза міститиме таку ж кількість інформації. Запитання з меншою кількістю інформації породжує таку ж гіпотезу. Водночас одне і те ж запитання може породити декілька гіпотез, в кожній з яких міститься свій об'єм інформації. Інформація, що міститься в гіпотезі, має певне значення для науки і практики. Обсяг інформації та її значення для науки і практики є

мірою значущості гіпотези. Тому, якщо є декілька варіантів вибору гіпотези, вибирають найбільш значущу.

Вихідні положення гіпотез черпаються на межі спостережуваних явищ і системи їх пояснення у поняттях наявної теорії. Якщо знання, якими ми володіємо, не дозволяють пояснити дані спостережень, то виникають певні припущення – гіпотези. Будь-яке обгрунтоване положення висувається в результаті всебічного ознайомлення з певним колом явищ, що вимагають свого пояснення. Джерелом нашого пізнання є досвід, і тільки емпіричні факти можуть скласти основу теоретичного висновку чи ймовірного узагальнення – гіпотези. Гіпотеза як умовивід має корені в об'єктивній дійсності, є рухом думки від безпосередньо спостережуваних явищ до їх причинного пояснення. Припущення про причину, що пояснює дане коло явищ, складає перший етап побудови гіпотези. Другий етап побудови гіпотези – дедуктивне виведення наслідків з припущеної причини і зіставлення їх з дослідними фактами. Третій етап побудови гіпотези – ретельна перевірка висунутого припущення, що завершується його підтвердженням чи спростуванням.

Загальною схемою формулювання гіпотези передбачається опис суперечностей і побудова припущення щодо шляхів їх подолання. Не рідко гіпотеза формулюється шляхом перефразування досліджуваного запитання, що має як позитивні, так і негативні ознаки. До позитивних ознак слід віднести той факт, що гіпотеза провокує дослідника більш глибоко думати про можливі наслідкові змінні, що відчують вплив з боку причинних. Внаслідок чого він вибирає саме ту наслідкову змінну, яка його найбільше цікавить у даному дослідженні. Тобто, формулювання гіпотези допомагає конкретизувати, представити чіткіше досліджуване запитання. Формулювання гіпотези завжди здійснюється на основі попередніх теоретичних уявлень. А тому у випадку підтвердження гіпотези доводиться істинність попередніх знань, у випадку відхилення гіпотези робиться очевидною необхідність перегляду попередніх уявлень. Негативні ознаки зводяться до того, що якщо дослідник сформулю-

вав гіпотезу, то він свідомо чи несвідомо прагне трактувати отримані результати згідно висловленого твердження, забуваючи про те, що воно лише одне з можливих припущень. Сформулювавши гіпотезу, дослідник концентрує увагу на зв'язку змінних, що охоплені гіпотезою, і може упустити з поля зору інші важливі наслідки впливу причинної змінної, що містяться в межах досліджуваного запитання.

Попередній системний аналіз об'єкта дослідження є не що інше як формулювання загальної гіпотези дослідження. Виходячи з цього не перевіреного систематичними дослідженнями знання, черпають аргументи для побудови плеяди деталізованих гіпотез, що являють собою не що інше, як можливе пояснення досліджуваної проблеми. Керуючись ними, перевіряють обгрунтованість висунутого пояснення, але не цілком, а частинами. При цьому часткові гіпотези логічно пов'язані у систему доказів висунутого пояснення. В такому випадку підтвердження однієї гіпотези дає додаткові підстави для прийняття пов'язаного з нею іншого припущення. Зрозуміло, що спростування гіпотези вимагає висування пов'язаних з нею нових припущень. Таким чином, вихідна гіпотеза розгортається у ланцюжок вивідних гіпотез-наслідків. В емпіричному дослідженні перевіряються саме гіпотези-наслідки, які формулюються в менш загальних поняттях у порівнянні з вихідними гіпотезами. Перевірка вивідних гіпотез можлива лише у випадку, якщо усі терміни, в яких вони формулюються, піддавались емпіричній інтерпретації.

Із зазначеного вище випливає, що гіпотези перш за все поділяються за ступенем загальності припущень на гіпотези-основи і гіпотези-наслідки. Останні дедукуються з основ, причому так, що з їх допомогою розкривається зміст термінів і зв'язків гіпотез-основ. Самі по собі поняття, в яких сформульована вихідна гіпотеза, можуть не мати прямих емпіричних ознак, але поняття вивідних гіпотез обов'язково співвідносяться з емпіричними індикаторами. Підтвердження чи спростування гіпотез-наслідків – шлях до доведення гіпотез-основ.

Розрізняють також первинні і вторинні гіпотези. Вторинні висуваються замість первинних, якщо ті спростовуються емпіричними даними. Інколи первинні гіпотези називають “робочими” в тому сенсі, що вони використовуються як будівельне ристовання для побудови більш обгрунтованих гіпотез.

З іншого боку, можна виділити описові і пояснювальні гіпотези. Описові гіпотези – це припущення стосовно суттєвих властивостей об’єктів (класифікаційні), характеру зв’язку між окремими елементами досліджуваного об’єкта (структурні). В описових гіпотезах описуються причини і можливі наслідки. Пояснювальні гіпотези відносяться до припущень стосовно функціональних і причинно-наслідкових залежностей у досліджуваних процесах і явищах. В пояснювальних гіпотезах пояснюються можливі наслідки, що спричиняються певними причинами, характеризуються умови, за яких наслідки обов’язково настануть, тобто пояснюється, в силу яких факторів та умов настане даний наслідок.

Формулювання гіпотези дослідження – це умовивід. Як наслідок, гіпотези дослідження бувають індуктивними або дедуктивними. В індуктивній гіпотезі виходять із спостереження окремих фактів, на основі яких прагнуть зробити узагальнені висновки. Основою дедуктивної гіпотези є деяке загальне положення, на основі якого робляться висновки про зв’язки між окремими явищами. У педагогічних дослідженнях переважно користуються індуктивними гіпотезами. Дедуктивні гіпотези родяться на більш пізній стадії, коли накопичується велика кількість матеріалу.

У гіпотезі міститься ймовірнісне знання причин чи властивостей реально існуючих явищ. Це знання не може розглядатися як безсумнівне, поки не буде наведено потрібні аргументи. В той же час гіпотезу не можна представляти як простий вимисел – це наукове припущення, що має фактичну і логічну основу.

Інформація, що міститься в гіпотезі, крім усього іншого, пов’язана з припущенням зв’язку і його напрямку. Гіпотези, що охоплюють перше і друге, на-

зиваються напрямленими. Ті, що охоплюють лише перше, – не напрямленими. Направлені гіпотези більш ризиковані, але значущіші. Не напрямлені гіпотези не такі ризиковані, але і не настільки значущі, як попередні.

Перевірена експериментом, випробувана на здатність передбачити нове, гіпотеза переходить з припущення в розряд достовірного судження, стає теорією. Підтверджена і обгрунтована гіпотеза перетворюється в теорію явища, групи явищ залежно від міри загальності. Для перетворення гіпотези в науково доведене положення, необхідно щоб вона відповідала хоча б одній з умов:

2. Доступність припущеної причини безпосередньому спостереженню.
3. Експериментальне підтвердження виведених з гіпотези наслідків.
4. Можливість дедуктивного виведення змісту гіпотези з достовірних засновків.

Гіпотеза перевіряється за певними емпіричними ознаками. Але де гарантія того, що виділені ознаки обгрунтовані? Емпіричній перевірці на істинність підлягає, таким чином, не тільки гіпотетичне судження, але і його емпірична інтерпретація. Тому для підвищення достовірності гіпотетичного судження потрібно висувати якомога більшу кількість взаємопов'язаних гіпотез і вказувати для кожної гіпотези якомога більшу кількість її емпіричних індикаторів (референтів). Тим не менше, таким шляхом не розв'язують проблему істинності гіпотез, а лише підвищують ймовірність їх обгрунтування. Істинність гіпотетичних припущень доводиться освоєнням досліджуваної предметної галузі. Спростування гіпотези (негативні результати) можуть бути за своїм науковим значенням особливо істотними, якщо ведуть до перегляду застарілих уявлень, однак це можливо, коли гіпотези мають конструктивний характер, процес дослідження організовується і проводиться з належною коректністю, а одержані емпіричні дані є вірогідними.

Зрештою, можна продукувати не одну, а декілька альтернативних гіпотез і доводити правдивість однієї з них чи усі відхиляти. Високого рівня



дослідження спирається, як правило, на серію альтернативних гіпотез. У такому випадку перевірка дозволяє отримати більш вагомі підстави для прийняття тих припущень, які залишились після відкидання альтернатив.

Дискусійною є проблема формулювання гіпотез у теоретичних дослідженнях. З гіпотези дослідження виростає мета, завдання, програма і методика дослідження, тому без неї обійтися не можна. Навіть у дослідженнях з історії розвитку школи, педагогічної науки, порівняльної педагогіки на основі попередньо вивчених джерел висловлюється припущення про причини певних подій і фактів. До того ж, у теоретично зорієнтованих дослідженнях буває корисно пожертвувати строгістю емпіричної перевірки деяких часткових наслідків з категоріально насиченої гіпотези, що відкриває перспективу приросту наукового знання.

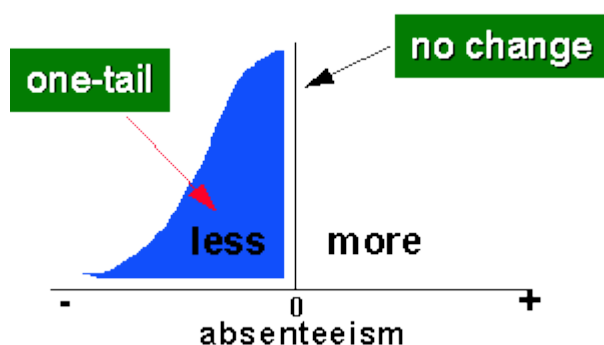
У процесі формулювання гіпотеза розгортається у систему чи ієрархію певних висловлювань, в якій кожний наступний елемент впливає з попереднього. Щоб розробити справжнє наукове припущення, теоретичне уявлення, яке потребує серйозного доведення, потрібно багато знати про досліджуваний об'єкт. Якщо про об'єкт дослідження відомо багато, то гіпотеза може бути сформульована на початку дослідження для того, щоб довести чи спростувати нову грань, що його стосується. Якщо про об'єкт дослідження практично нічого не відомо, то гіпотеза будується як припущення на основі одержаних результатів; у такому випадку гіпотеза, звичайно, виступає не як результат, а як переломний момент виконуваного дослідження. У педагогічних дослідженнях вкоренилася практика, коли гіпотезу формулюють на початку дослідження. В такому випадку, часто, крім тривіальних суджень, загальновідомих істин, нічого придумати не можна. Особливо шкідливим є те, що сформульоване на початку дослідження припущення доживає у незмінному вигляді до кінця дослідження. Оскільки в такому випадку гіпотези фактично немає, то немає і наукового дослідження.

Гіпотеза розкриває уявлення дослідника про те, що не є очевидним в об'єкті, що вчений бачить у ньому такого, чого не помічають інші. Видається очевидним, що гіпотеза повинна стосуватися того, що розглядається у дослідженні, тобто його предмету, проте інколи гіпотезу формулюють так, наче об'єктом виступає не педагогічна дійсність, а спосіб її вивчення. Зазначене, звичайно, знаходить виправдання, коли дослідження стосується методологічних проблем.

Гіпотеза, як наукове припущення, відображає гіпотетичну відповідь на запитання дослідження, зокрема на запитання типу «що», «як», «чому» тощо. Вона прямо пов'язана з теорією (теоретичними уявленнями), оперує певними змінними характеристиками і формулюється у формі, що дозволяє перевірку, цим самим допомагаючи встановити шляхом виконання дослідження, чи є висловлені теоретичні міркування правильними.

Крім наукових, у дослідженнях послуговуються статистичними гіпотезами. У процесі дослідження, наприклад, фіксуються відмінності у двох вибірках і формулюється припущення щодо наявності чи відсутності відмінностей у сукупностях, з яких було утворено вибірки. Оскільки техніки перевірки статистичних гіпотез розроблені з врахуванням відсутності статистично значущих відмінностей у сукупностях, то на основі сформульованої наукової гіпотези формулюється відповідна статистична гіпотеза, яка постулює відсутність відмінностей між сукупностями і носить назву нуль-гіпотези. Звісно, що якщо нуль-гіпотеза не правильна, то правильною є альтернативна до неї гіпотеза, тобто припущення стосовно наявності відмінностей між сукупностями. І хоча у реальному дослідженні завжди є багато сірого, результати формулюються у білих і чорних кольорах. Реальне наукове дослідження, як правило, спрямовується на перевірку низки часткових статистичних гіпотез, органічно поєднаних в одне ціле, у наукову гіпотезу.

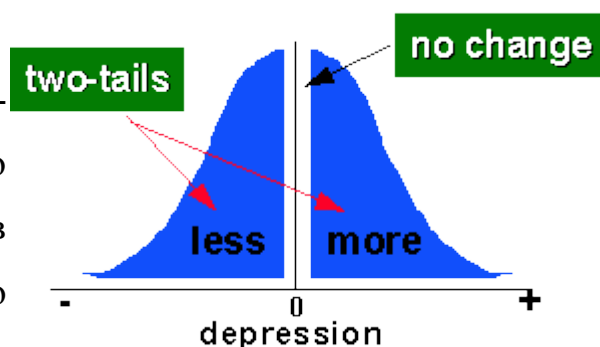
Нехай дослідник припускає, що існує зв'язок між двома змінними у виконуваному ним дослідженні. Шлях, яким можна перевірити гіпотезу, – сформулювати дві гіпотези; одна з них описує передбачення, інша – описує усі інші можливі результати стосовно передбачуваного зв'язку. Якщо передбачення полягає у тому, що між двома змінними існує кореляційний зв'язок, то єдиним можливим іншим результатом є відсутність кореляційного зв'язку між цими змінними. Коли передбачення стосується відсутності відмінностей, дослідник ставить за мету підтвердити нуль-гіпотезу і спростувати альтернативну.



Статистичні гіпотези бувають односторонні і двосторонні. Якщо передбачення вказує на напрямок, то альтернативна гіпотеза вказує або на відсутність відмінностей, або на протилежний напрямок. Якщо дослідник

вважає, що внаслідок використання тренінгової програми кількість прогулів зменшиться, то альтернативним до такого передбачення буде: статистично значущої відмінності не буде або кількість прогулів збільшиться.

Якщо передбачення не визначає напрямку, то маємо справу із двосторонньою гіпотезою. Нехай досліджується вплив вживання наркотику на депресію. Якщо передбачається вплив, але не відомо, в якому напрямку наркотик



позначається на депресії, то нульова гіпотеза формулюється наступним чином: у результаті вживання наркотику не буде статистично відчутної різниці у депресії. На наведених вище рисунках мова ведеться по абсентеїзм та депресію,

відсутність змін, більші та менші значення досліджуваних характеристик, а також про однохвосту та двохвосту статистичні гіпотези.

Загалом у процесі дослідження намагаються створити розгорнуту і несуперечливу концепцію для пояснення досліджуваного явища. Якщо у розпорядженні є потрібна теорія, то висування гіпотез для пояснення досліджуваного явища значно спрощується. Якщо такої теорії немає, то будується гіпотетична система, в якій істинне знання відпускається “у кредит”.

Гіпотеза – специфічна констатація передбачення дослідження. Вона описує у конкретних термінах те, що очікується, матиме місце у дослідженні. Проте не усі дослідження мають гіпотезу. Іноді дослідження носить характер розвідувального. Мета такого дослідження – розвідати деяку ділянку більш ретельно, щоб сформулювати декілька специфічних гіпотез, які можна перевірити у майбутніх дослідженнях. З іншого боку, одне дослідження може мати декілька гіпотез.

**Формулювання мети і завдань дослідження.** Мета дослідження окреслює результат, який передбачається одержати у процесі його виконання. Таким результатом є підтвердження чи спростування гіпотези дослідження. Гіпотеза дослідження, як відомо, будується довкола шляхів подолання суперечностей, що складають основу наукової проблеми. Тому, з іншого боку, будь-яке дослідження виконується з метою розв’язання певної наукової проблеми, а саме подолання суперечностей, що її породжують.

Водночас у меті дослідження вказують шляхи досягнення кінцевого результату. Оскільки шляхів досягнення окресленого результату є декілька, то вказують на один з них. До того ж, у формулюванні мети дослідження окреслюють наслідки, до яких призводить подолання зазначених суперечностей (соціально-економічний, психолого-педагогічний ефекти для прикладного дослідження; гносеологічний та світоглядний ефекти для фундаментального дослідження). Як наслідок, у меті дослідження вказують суперечності, які

необхідно подолати у розв'язанні досліджуваної проблеми, шляхи подолання виокремлених суперечностей та наслідки, до яких призведе зазначене подолання. А отже, найбільшого абсурду припускаються ті дослідники, які у формулюванні мети дослідження обмежуються розв'язанням наявної наукової проблеми. Мета – одна з характеристик реальної діяльності, взятої у динаміці, перша частина тріади: мета, засоби, результати. Проблема – це лише прогалина у науковому знанні, яку необхідно заповнити. Щоб сформулювати мету, потрібно гіпотетично уявити логіку розгортання наукової діяльності та її результат.

Досягнення виставленої мети можливе завдяки розв'язанню низки завдань дослідження. Формулюючи мету, вчений визначає, який результат він має намір одержати в процесі дослідження, а завдання дають уявлення про те, що потрібно зробити, щоб досягти поставленої мети. Мета дослідження вказує на його кінцевий результат, у завданнях відображаються запитання, на які потрібно отримати відповідь для досягнення мети дослідження. Мета дослідження і його завдання перебувають у відношенні родового-видового зв'язку. Мета і завдання дослідження поняття відносні: завдання одного дослідження може слугувати метою іншого.

Із наведеного вище робимо висновок, що завдання дослідження відображають ті конкретні дії, які необхідно здійснити, щоб підтвердити чи спростувати гіпотезу дослідження.

Слід також зауважити, що мету дослідження прийнято розглядати у вузькому та широкому контексті. У першому випадку, як уже зазначалось, мета пов'язується з подоланням локальних суперечностей наукового характеру. У другому випадку в якості мети виокремлюють характерні типові спрямування фундаментальних і прикладних педагогічних досліджень.

*Фундаментальні дослідження:*

- Розроблення теоретичних (філософських, психологічних, соціально-економічних тощо) основ підвищення ефективності навчального процесу.

- Обґрунтування системи критеріїв ефективності навчального процесу.
- Обґрунтування показників реалізації критеріїв ефективності навчального процесу.

*Прикладні дослідження:*

- З'ясування сутності педагогічного явища.
- Обґрунтування критеріїв ефективності, умов застосування тощо.
- Виявлення типових недоліків у діяльності учителів та учнів, а також їх зовнішніх і внутрішніх причин.
- Виокремлення типових труднощів у діяльності учителів та учнів та їх причин.
- Аналіз висвітлення практики розв'язання даної проблеми в педагогічній літературі.
- Обґрунтування характерних ознак досвіду розв'язання проблеми.
- Розроблення системи заходів, спрямованих на розв'язання сформульованої педагогічної задачі (вони опираються з одного боку на теоретичні дані, з іншого – на матеріали аналізу практики роботи навчального закладу).
- Експериментальна перевірка запропонованої системи заходів з точки зору відповідності її критеріям оптимальності, тобто отримання максимально можливих у даних умовах результатів у розв'язанні цієї задачі при певних затратах часу і зусиль педагогів і учнів.
- Розроблення методичних рекомендацій для тих, хто буде використовувати результати дослідження в практичній діяльності (якщо дослідження присвячене розвитку теорії навчання, то рекомендації можуть бути адресовані іншим дослідникам часткових проблем; якщо дослідження присвячене методиці навчання, то рекомендації мають бути адресовані в першу чергу авторам методик навчання відповідних предметів).

Типові спрямування дослідження, безперечно, набувають різного відтінку залежно від характеру досліджуваної проблеми.

**Розроблення концепції (теоретичних основ і методологічних засад) дослідження.** Ядром будь-якого наукового дослідження, як уже зазначалось, є його гіпотеза та завдання, необхідні і достатні для її доведення чи спростування.

Гіпотеза формулюється на основі наявних теоретичних знань про протікання досліджуваного процесу, функціонування досліджуваного об'єкта тощо. Такі знання черпаються з досліджень у тих науках, які слугують фундаментом для педагогічних досліджень, а також власне з результатів попередньо виконаних педагогічних досліджень. Зазначені знання, будучи упорядкованими і узагальненими відповідно до досліджуваної проблеми, слугують теоретичною основою дослідження.

Теоретична основа дослідження – наукові факти з педагогіки та базових для неї галузей знань (філософія, соціологія, психологія, кібернетика, анатомія, фізіологія, біологія тощо), які використовуються при формулюванні гіпотези дослідження, його плануванні, поєднанні окремих результатів в єдине ціле, їх інтерпретації та поясненні. При цьому дослідник насамперед намагається використати у якості теоретичної основи виконуваного ним дослідження відібрану теоретичну ідею. Якщо таких ідей немає або вони не задовольняють дослідника, він синтезує з наявних елементів інтегровану ідею, щоб покласти її в основу запланованого дослідження.

Перевіряють гіпотезу дослідження шляхом розв'язання низки його завдань. Такі дії дослідника будуються на певному методологічному підґрунті. Методологічні засади дослідження – це обґрунтування вибору методики з набором відповідних методів та технік дослідження. Вони заломлюють загальну стратегію наукового пізнання через призму специфіки об'єкта і предмета дослідження та його завдань. Потрібно зазначити, що виявлення суперечностей, визначення шляхів і засобів їх подолання визначаються не тільки особистими пріоритетами дослідника, а й специфікою філософської системи, в межах якої він працює, та державною освітньою політикою. Розробляючи

методологічні засади дослідження, спочатку характеризують об'єкт і предмет дослідження, показують їх наукову специфіку; потім характеризують завдання дослідження; тоді зупиняються на загальних наукових підходах до організації дослідження, необхідних для розв'язання поставлених завдань; після цього синтезують основну методичну ідею (яка обходить виявлені труднощі і суперечності, містить у собі зазначені підходи у неявній формі і репрезентує дослідницький талант науковця), що є достатньою умовою для розв'язання завдань дослідження.

Логіка дослідження, стратегія і тактика наукового пошуку, побудовані на певних теоретичних основах і реалізовані шляхом використання певних методологічних засад, є концепцією дослідження. З іншого боку, концепція дослідження – це його мета, шляхи і засоби її досягнення.

**Розроблення програми і методики дослідження.** Програма дослідження – це виклад його теоретичних основ і методологічних засад у відповідності з основною метою роботи і гіпотезою дослідження з зазначенням правил процедури, а також логічної послідовності операцій для їх перевірки. З одного боку, програма дослідження містить формулювання теми, об'єкта, предмета, мети, завдань і гіпотези дослідження. З іншого боку, програму дослідження складають його завдання, конкретизовані певною сукупністю запитань.

Найпоширеніші випадки, коли під програмою дослідження розуміють обґрунтування його теми, об'єкта і предмета, формулювання загальної гіпотези, мети, основних завдань і концепції, визначення методів дослідження, організацію дослідження (основні етапи виконання робіт, терміни виконання, експериментальна база).

Іншими словами, програмою дослідження передбачається:

9. Визначення об'єкта дослідження.
10. Виокремлення предмета дослідження.
11. Формулювання теми дослідження.
12. Формулювання гіпотези дослідження.



- 13.Визначення мети дослідження.
- 14.Обґрунтування завдань дослідження.
- 15.Уточнення й інтерпретація основних понять.
- 16.Обґрунтування вибору одиниць спостереження.
- 17.Побудова стратегічного плану дослідження.
- 18.Планування основних процедур збору даних і їх аналізу.

У процесі такого планування дослідник визначає:

- кількість осіб, залучених до дослідження;
- характеристику учасників дослідження;
- способи відбору залучених до дослідження;
- матеріали, що використовуються в дослідженні;
- місце і час проведення збору даних;
- порядок проведення збору даних;
- методику спостереження за ходом збору даних;
- додаткові змінні, що можуть позначитися на результатах дослідження;
- достовірність одержаних даних;
- методику опрацювання результатів дослідження;
- методику інтерпретації результатів дослідження.

Необхідно зазначити, що дослідник зобов'язаний побудувати такий план збору даних та їх інтерпретації, щоб будь-хто, достатньо підготовлений, міг по ньому успішно провести дослідження.

Розроблення програми дослідження – необхідна умова успішності його виконання. Програма виконує як науково-пізнавальну, так і науково-організаційну функції. Перша полягає у забезпеченні теоретико-методичної цілісності дослідження, друга забезпечує ефективне співробітництво членів дослідницького колективу, розподіл обов'язків між ними заради досягнення кінцевого позитивного результату.

Безпрограмне дослідження нагадує пошук методом проб і помилок. У ході такого дослідження часто з'ясовується, що поняття не “покриваються”

емпіричними даними, за відсутності гіпотез неясно, як опрацьовувати отриманий емпіричний матеріал. Спроби сформулювати зазначені питання на стадії аналізу часто приводять до розчарувань: неповністю зібраний матеріал, вибірка не задовольняла завданням дослідження, отримано відповіді не на ті запитання, які потрібно було дослідити, тощо. За таких умов на завершальній стадії дослідження дослідники доходять висновку, що тепер вони пішли б зовсім іншим шляхом. До такого висновку часто приходять і за умов наявності ретельно продуманої програми дослідження. Проте в цьому випадку сумніви носять продуктивний характер, виникають більш обгрунтовані гіпотези, які вимагають перевірки у межах нової програми.

Виокремлюють такі загальні вимоги до програми дослідження:

1. Експліцитність програми забезпечує чіткість положень, відповідність її елементів логіці дослідження. Інтуїтивна побудова програми не може замінити строгу обгрунтованість усіх вихідних положень і правил процедури. За відсутності якісно підготовленої програми учасники дослідження втрачають спільну мову, витрачають час на погодження й уточнення питань.

2. Логічна послідовність усіх елементів програми. Не можна починати з вибору стратегічного плану, не усвідомивши мету і завдання дослідження. Немає сенсу намагатися формулювати часткові гіпотези, не уявляючи об'єкт дослідження на рівні загальної гіпотези. Не варто розпочинати розроблення методів збору даних, не маючи принципового плану дослідження та емпіричної інтерпретації ключових понять.

3. Гнучкість програми вказує на необхідність систематичного перегляду програми з метою виявлення помилок та відповідної корекції. План наукового дослідження не може бути догмою, у процесі роботи він корегується.

Якщо з кожним запитанням програми дослідження пов'язати спосіб отримання необхідної інформації для відповіді на нього, опис використовуваного з цією метою інструменту та механізм інтерпретації отриманих первинних даних, то приходимо до методики дослідження. Методика, як зазначалося,

серед іншого містить перелік завдань дослідження. Кожне завдання розбивається на певну кількість питань. Кожне питання обіймає низку фактів, кожний з яких отримується певним способом з використанням певного засобу і передбачає певне опрацювання та інтерпретацію. Наріжним каменем методики дослідження є його основний задум, провідна ідея, яка реалізується у русі від часткового до загального, від конкретного до абстрактного або навпаки.

Пристаючи до наукового дослідження педагогічної проблеми, не можна сподіватися, що пощастить запозичити у готовому вигляді, придатному для безпосереднього використання, дослідницьку методику. Вона виробляється дослідником у кожному конкретному випадку на основі синтезу дослідницького досвіду попередників, власного глибокого розуміння сутності проблеми, передбачаючи хоча б незначний розвиток відомих методів дослідження, винайдення досі невідомих тощо.

**Характеристика термінологічного апарату та умовних позначень дослідження.** Плануючи дослідження, дослідник упорядковує необхідні робочі терміни-поняття. Поняття – форма мислення, що відображає суттєві зв'язки, властивості і відношення предметів і явищ. Прикладом наукових понять є освіта, навчання, виховання, активність учнів, наочність, успішність тощо. Кожна наукова галузь являє собою струнку систему понять, які поєднуються між собою шляхом суджень і умовиводів. Найбільш загальні і фундаментальні поняття, що відображають суттєві властивості і відношення дійсності та пізнання, називають категоріями. Істинність поняття визначається тим, наскільки адекватно воно відображає об'єктивну реальність. Здатність одного і того ж слова виражати різні поняття веде до неясності в міркуваннях.

Суттєві властивості – це властивості, без яких означуваний об'єкт не може існувати у своїй якісній визначеності. Набуваючи чи втрачаючи несуттєві властивості, означуваний об'єкт залишається самим собою. Різниця між суттєвими і несуттєвими властивостями умовна: несуттєві можуть набувати статусу суттєвих, а суттєві можуть перетворюватися у несуттєві. До суттєвих

властивостей належать загальні для цілого ряду об'єктів і особливі властивості, які виділяють об'єкт із сукупності однорідних. Щоб, наприклад, розкрити суттєві властивості предметів даної групи, потрібно розчленити цілне уявлення про предмет на складові елементи з метою вивчення його структури і внутрішніх зв'язків; після цього виділити суттєві властивості предмета, відмежовуючись від другорядних, несуттєвих; поєднати суттєві властивості в єдиній думці про предмет; поширити отримане поняття на всі предмети даної групи.

У структурі кожного поняття розрізняють зміст і об'єм. Зміст поняття – це сукупність суттєвих властивостей предмета, наявних у понятті. Об'єм поняття визначається сукупністю предметів, на які воно поширюється.

Якщо два поняття своїми об'ємами перебувають у відношенні підпорядкування одне одному, тобто коли об'єм одного поняття входить в об'єм іншого, то більш широке за об'ємом поняття називають родовим, а менш широке – видовим. Зміст родового поняття охоплює меншу кількість суттєвих властивостей у порівнянні з видовим. Видове поняття вужче за об'ємом, але багатше за змістом у порівнянні з родовим. Загалом у будь-якому понятті його зміст і об'єм перебувають у відношенні оберненої залежності. До того ж, зміст і об'єм понять змінюються у зв'язку із змінами предметів і явищ оточуючої дійсності.

Скорочення змісту поняття і розширення його об'єму добиваються шляхом узагальнення. При цьому дотримуються правила переходу від виду до роду, який включає даний вид. Переходячи від характерних властивостей виду до суттєвих властивостей роду (можливо, в декілька етапів), можна отримати найширше поняття, яке вважається категорією в даній галузі знань.

Процес, обернений до узагальнення, називається обмеженням поняття. Обмеження – це логічна операція, завдяки якій шляхом ускладнення змісту поняття звужується його об'єм. У процесі обмеження переходять від родового до видового поняття. Добиваються цього шляхом прилучення до змісту родо-

вого поняття нової властивості, наявність якої звужує його об'єм і приводить до видового поняття. Межею обмеження є конкретний індивід, окремий предмет тощо. Обмеження понять підпорядковане вимозі дотримання об'єктивного відношення роду і виду.

Якщо об'єми двох понять повністю чи частково співпадають, то вони сумісні. Сумісність понять виражається у відношеннях рівнозначності, підпорядкування і перехреснування. Рівнозначними називають поняття, об'єми яких співпадають. Рівнозначні поняття здатні замінювати одне одного, ними користуються для того, щоб відтінити певну властивість і надати більшої виразності мові. Підпорядкованими називаються поняття, в яких об'єм першого повністю входить в об'єм другого. Перехреснені – це такі поняття, об'єми яких частково співпадають.

Несумісними називають поняття, зміст яких утворюють властивості, що взаємно виключають одна одну, тому їх об'єми не співпадають. Несумісні поняття можуть перебувати у відношенні підпорядкування, протилежності і суперечності. Підпорядкованими називають поняття, які, будучи однаково загальними, підпорядковані більш загальному родовому поняттю. Протилежними називають поняття, в яких зміст одного не тільки виключає властивості іншого, але й замінює іншими, несумісними властивостями. Об'єми протилежних понять не вичерпують об'єму родового поняття, між ними можливі проміжні ознаки. Суперечливі поняття – це поняття, в яких зміст одного заперечує зміст іншого, не стверджуючи інших властивостей.

У визначенні розрізняють поняття, яке означають, і поняття, за допомогою якого означають. Найчастіше поняття формулюють за допомогою зазначення загальної родової властивості і видової відмінності. Проте такий спосіб не є універсальним. У такий спосіб не можна сформулювати поняття з гранично широким об'ємом (категорії), так як його не можна підвести під більш широке поняття. Поряд із визначенням використовують опис (перелік сукупності властивостей, що заслуговують на увагу), характеристику (наведення лише

деяких важливих в певному відношенні властивостей), демонстрацію (наочне роз'яснення шляхом порівняння і розрізнення), які не розкривають змісту понять.

У формулюванні понять дотримуються правил:

1. Визначення має бути співрозмірним, тобто об'єми означуваного і означуючого понять мають співпадати.

2. Не можна допускати кола у визначенні, коли означуюче поняття саме пояснюється через означуване. Недотримання цієї вимоги веде до тавтології. Щоб уникнути цієї помилки, пам'ятають, що означуване і означуюче поняття рівні за об'ємом, але не тотожні за змістом, а тому представляють самостійні поняття.

3. Визначення не може бути тільки негативним. Негативне визначення відмічає лише відсутні властивості, тобто вказує на те, чим не являється даний предмет. Водночас мета визначення – відповісти на запитання, чим являється даний предмет, для чого виявляють і перелічують у стверджувальній формі його суттєві властивості.

4. Визначення має бути коротким, точним, ясним.

Логічну операцію, за допомогою якої розкривають об'єм поняття, називають поділом. Суть поділу полягає в членуванні класу предметів, охоплених даним поняттям, на дрібніші класи. Від поділу понять потрібно розрізняти уявне членування предмета на складові частини.

Суттєва властивість, яку беруть до уваги при поділі об'єму родового поняття на види, називається основою поділу. Одне і те ж поняття можна ділити з використанням різних основ поділу. Особливим типом поділу є класифікація – система підпорядковуючих і підпорядкованих понять, що відображають поділ предметів на класи за найсуттєвішими властивостями. При цьому кожний клас і підкласи займають постійне місце. Побудована на науковій основі класифікація має істотне значення, оскільки слугує засобом виявлення закономірностей в певній галузі явищ.

При поділі понять стежать за тим, щоб:

1. Поділ був співрозмірним, тобто загальний об'єм членів поділу дорівнював об'єму родового поняття, що ділиться.

2. У кожному акті поділу необхідно використовувалась тільки одна основа.

3. Члени поділу взаємно виключали один одного. Це означає, що члени поділу мають бути співпідрядними поняттями, їхні об'єми не повинні перетинатися.

4. Поділ був послідовним, тобто поняття, що ділиться, має виступати найближчим родом для членів поділу, а члени поділу мають бути безпосередніми видами родового поняття.

У випадку, коли у роботі використовується специфічна термінологія чи вживаються маловідомі скорочення, нові символи, позначення і таке інше, їх перелік може бути поданий у вигляді окремого списку. Перелік друкують двома колонками: зліва за абеткою наводять скорочення, справа – детальне тлумачення. Перелік умовних позначень складають за умови повторення символів, абревіатур, скорочень, що не є загальноприйнятими, більше трьох разів у тексті. Інакше – розшифровку цих елементів наводять у тексті там, де вперше згадують.

**Оформлення запиту на виконання НДР.** Усе зазначене вище використовують у процесі обґрунтування дослідження, яке подають у формі запиту.

Обґрунтовуючи доцільність виконання дослідження, вказують проблему, доводять важливість її дослідження, зазначають, яке припущення буде перевірятися у процесі дослідження, які підходи буде використано з цією метою, зазначаються також типи даних, їх масив, критерії відбору і спосіб накопичення, а також інтерпретаційні стратегії і методи та форми оприлюднення результатів дослідження. Крім зазначеного вище, в обґрунтуванні доцільності НДР вказують тривалість роботи над проектом, фіксуючи початок і завершення роботи. В обґрунтуванні обов'язково поміщають короткий огляд

досліджень, присвячених зазначеній чи аналогічним проблемам. Контури дослідження окреслюють символічною чи графічною моделлю. На додаток до сказаного, дослідник зазначає, яку вибірку буде використано, як її буде утворено, якого вона буде об'єму. В обґрунтуванні доцільності виконання НДР вказують також на фінансові, матеріальні та технічні затрати, пов'язані з науковим дослідженням. Обґрунтовуючи актуальність теми дослідження, вказують на значення отриманих результатів для розвитку педагогічної науки і освітньої практики. При цьому зважають на той факт, що фінансову, матеріальну і технічну підтримку отримують, як правило, оригінальні проекти. Оригінальність проекту переважно стосується теми та методики дослідження. Тому зазначають, що буде оригінального в пропонованій роботі у порівнянні з наявними результатами у публікаціях, що передують проекту (власних та виконаних іншими авторами). Не рідко спонсори віддають перевагу проектам, роботу над якими розпочато на момент звернення за фінансовою, матеріальною і технічною допомогою. У зв'язку з цим в обґрунтуванні вказують обсяг виконаних робіт у відсотках від передбачених даним дослідженням. Зокрема зазначають кількість опрацьованих літературних і архівних джерел, матеріали, які потрібно опрацювати, їх місцезнаходження. Обґрунтовуючи важливість виконання проекту, акцентують на тому, як дослідження примножить чи скорегує наявні знання. При цьому важливо переконати спонсорів, що кваліфікація заявника робить можливим успішне виконання проекту.

Обґрунтування НДР, як правило, подається за наведеною нижче схемою.

*1. Анотація.*

1. Назва проекту.
2. Назва організації, що подає проект.
3. На розв'язання якої конкретної проблеми спрямовано проект.
4. Що конкретно і яким чином передбачається здійснити впродовж терміну реалізації проекту.
5. Які результати очікуються від реалізації проекту.



6. Які кошти і з яких джерел передбачається використати для здійснення проекту.

7. Які ще організації братимуть участь у реалізації проекту.

2. *Опис проекту.*

1. Проблема, на вирішення якої спрямовано проект:

- Реально існуюча проблема в житті суспільства, на вирішення якої спрямовано проект.

- Намагання (відомі з офіційних джерел інформації) вирішити цю проблему.

- Що зроблено до отримання гранту із зазначеної проблеми заявником.

- Чому реалізація саме цього проекту буде вагомим корисною для розв'язання зазначеної проблеми.

2. Мета проекту (узагальнення інформації про шляхи розв'язання існуючої проблеми).

3. План реалізації проекту:

- Етапи проекту: сформульовані у логічній послідовності завдання, що охоплюють досягнення зазначеної мети, з зазначенням терміну реалізації етапу, отриманих результатів та обсягу фінансування.

- Заходи, що здійснюватимуться для реалізації проекту (для кожного етапу окремо).

4. Ресурси, необхідні для реалізації проекту:

- Хто буде брати участь у реалізації проекту; кваліфікація кожного учасника; функціональні обов'язки кожного учасника.

- Яких сторонніх фахівців і для виконання якої роботи планується залучити.

- Яку частину коштів загального бюджету проекту вже одержано.

- Яку частину коштів і з яких джерел планується отримати.

- Кількісні характеристики необхідного обладнання і обсяг передбачених ним робіт.
- Місце розташування придбаного обладнання.
- Яким чином і де передбачається використати обладнання після завершення роботи над проектом.

#### 5. Результати реалізації проекту:

- Як здійснення проекту сприятиме розвитку організації (де працює заявник) чи інших організацій.
- Які верстви населення матимуть користь від реалізації проекту.
- Які наслідки (віддалені і довготривалі) від реалізації проекту передбачаються.
- Якою буде схема поширення та практичного застосування реалізації проекту.

#### 2. Бюджет.

Таблиця 28.1. Загальні витрати за проектом:

Статті видатків	Фонд	Інші джерела
Оплата праці		
Обладнання		
Матеріальне забезпечення		
Відрядження і транспортні витрати		
Інші витрати		
Усього		

Таблиця 28.2. Нарахування зарплати штатним працівникам

Посада	% робочого часу для реалізації проекту	Оклад	Нарахування	Загальна сума	Кількість місяців	Повна сума	Очікуване фінансування від фонду

Усього							

Таблиця 28.3. Нарахування заробітної плати сумісникам:

Яким фахівцям і за що планується сплатити	Очікуване фінансування від фонду	Інші джерела
Усього		

Таблиця 28.4. Обладнання:

Вид обладнання (з зазначенням технічних характеристик)	Кількість	Очікуване фінансування від фонду	Інші джерела
Усього			

Загалом, готуючи обґрунтування на виконання НДР, дослідник, крім зазначеного вище, виходить з критеріїв, якими користуються при оцінці проекту:

1. Чіткість формулювання проблеми.
2. Аргументованість того, що вже відомо з цієї проблеми.
3. Наскільки методологія відображає проблему дослідження.
4. Чи відповідає аналітичний інструментарій суті проблеми.
5. Чи є заявник достатньо кваліфікованим і обізнаним, щоб ефективно дослідити дану проблему.

Наведена схема оформлення запиту не є єдиною можливою. Різні замовники, як правило, пропонують свої схеми, акцентуючи при цьому, на важливих, на їх погляд, нюансах виконання НДР.

### **Запитання**

- \* Які вимоги висуваються до програми дослідження?
- \* У який спосіб визначають поняття?
- \* Чим керуються у пошуку проблеми дослідження?

- \* *Як технологічно поступають, формулюючи тему дослідження?*
- \* *Чим у загальному випадку визначається актуальність теми наукового дослідження?*
- \* *Які аспекти характеризують актуальність прикладного педагогічного дослідження?*
- \* *Які аспекти характеризують актуальність фундаментального педагогічного дослідження?*
- \* *Як технологічно поступають, визначаючи об'єкт дослідження?*
- \* *Як технологічно поступають, визначаючи предмет дослідження?*
- \* *Що таке гіпотеза дослідження?*
- \* *Яким вимогам має відповідати гіпотеза дослідження?*
- \* *За яких умов гіпотеза дослідження трансформується у наукову теорію?*
- \* *Яку функцію виконують теоретичні основи дослідження?*
- \* *Як розробляють методологічні засади дослідження?*
- \* *Чим керується дослідник, розробляючи обґрунтування на виконання дослідження?*

### **Завдання**

- \* *Розкрийте структуру програми дослідження.*
- \* *Розкрийте структуру і зміст методики дослідження.*
- \* *Проілюструйте відмінність між поняттям і категорією.*
- \* *Назвіть зміст і об'єм у наведеному Вами понятті.*
- \* *Покажіть, які маніпуляції можна робити із змістом поняття.*
- \* *Проілюструйте маніпуляції з об'ємом поняття.*
- \* *Наведіть приклад сумісних понять.*
- \* *Наведіть приклад несумісних понять.*
- \* *Покажіть роботу правил визначення понять.*
- \* *Розкрийте суть поділу понять.*
- \* *Розкрийте суть наукової проблеми.*

- \* Наведіть приклад різного типу наукових проблем.
- \* Розкрийте суть суперечності.
- \* Назвіть найбільш типові суперечності в освіті і проілюструйте їх прикладами.
- \* Назвіть типові помилки у виборі теми педагогічного дослідження та обґрунтуванні її актуальності.
- \* Розкрийте зв'язок на гіпотетичному прикладі між об'єктом і предметом дослідження.
- \* Назвіть етапи формулювання гіпотези дослідження.
- \* Наведіть приклад загальної і часткових гіпотез дослідження.
- \* Наведіть приклади для кожного типу гіпотези дослідження.
- \* Розкрийте структуру і зміст мети дослідження.
- \* Проілюструйте зв'язок між метою і завданнями дослідження.
- \* Наведіть приклади типового спрямування прикладного дослідження.
- \* Наведіть приклади типового спрямування фундаментального дослідження.
- \* Проілюструйте суть концепції дослідження.
- \* Охарактеризуйте у загальних рисах технологію підготовки аплікаційної форми на виконання НДР.
- \* Підготуйте обґрунтування на виконання гіпотетичного педагогічного дослідження.

## **§ 29. Виконання дослідження і узагальнення його результатів**

**Виконання дослідження.** Виокремлюють три основні етапи виконання дослідження з притаманними їм специфічними стратегіями дослідницького пошуку:

1. Розвідувальний план застосовують на початковому етапі дослідження, коли про об'єкт вивчення, як правило, володіють поверхневим уявленням. Мета такого плану – уточнення проблеми і формулювання гіпотези. Зазначене

особливо стосується нової галузі дослідження, де література досить обмежена або її зовсім немає; у такому випадку обов'язково починають із загальної розвідки. Це дозволяє коректно визначити подальші шляхи пошуку. Розвідувальний етап передбачає:

- Вивчення наявної літератури. Робота на цій стадії розпочинається із складання бібліографії і завершується опрацюванням літературних джерел.

- Контакти з компетентними особами, тобто спеціалістами, які працюють над аналогічними проблемами, і практиками. У процесі такої комунікації переконуються, що бібліографія цілком охоплює проблему, а отже, не упущено нічого важливого. В процесі зазначених контактів дослідник здійснює пошук надійних документальних джерел, врешті, на цьому етапі у першому наближенні формулюється гіпотеза. Під час бесід інколи знімають персональну відповідальність співбесідників шляхом пропонування запитань типу: “Дехто вважає, що такий-то фактор впливає на такий-то процес таким-то чином” замість: “Які фактори позначаються на тому чи іншому процесі і яким чином”. Дуже небезпечно при цьому прикидатися зовсім некомпетентним у досліджуваній галузі з метою отримання від співбесідника якомога більше інформації.

- Розвідувальне спостереження (в емпіричних дослідженнях), яке є не настільки формалізованим, як у випадку описового дослідження. Дослідник користується переліком запитань, але вони не упорядковані.

Робота на розвідувальному етапі завершується виокремленням проблеми, формулюванням гіпотези, визначенням мети і завдань дослідження. Вона передує описовому та аналітичному етапам дослідження. Водночас цей етап має самостійну цінність, особливо тоді, коли потрібно виявити максимально повний комплекс проблем, встановити черговість їх розв'язання.

Розвідувальний етап потрібно відрізнити від проби чи пілотажу методики збору даних. Мета розвідувального етапу – виявлення проблеми і формулю-

вання гіпотези; проба проводиться для перевірки конкретних методів, процедур, прийомів організації всього дослідження.

2. Якщо знань про об'єкт вивчення достатньо для формулювання гіпотези констатаційного характеру, використовують описовий план дослідження. Мета описового етапу – систематичний якісно-кількісний опис об'єкта вивчення, виявлення кореляційного зв'язку між їхніми характеристиками. Як наслідок, витримується необхідна строгість в емпіричній інтерпретації понять і реєстрації даних. Збір інформації в описовому плані проводиться на основі обстеження вибірки або сукупності.

Описовий етап дослідження закінчується детальним описом структури об'єктів вивчення, констатацією кореляційного зв'язку між їхніми характеристиками, класифікацією даних у межах поставлених завдань тощо. Потрібно зазначити, що опис не може бути чисто фактуальним, без будь-яких методологічних основ, а отже, велику роль на цьому етапі дослідження відіграє обґрунтованість групування емпіричного матеріалу, інтерпретації зв'язків тощо.

3. Аналітико-експериментальний етап застосовують лише за умови достатньо вірогідних знань у досліджуваній галузі, що дозволяє висувати пояснювальні припущення. Мета такого плану – встановлення функціональних і каузальних зв'язків. З цією метою виконується експеримент, який здійснюється або шляхом цілеспрямованої дії на реальні об'єкти (натуральний експеримент), або за допомогою аналізу інформації про об'єкти, які в даному випадку поміщаються в експериментальні умови лише уявно.

Особливу різновидність аналітико-експериментального плану складають дослідження, мета яких – пошук управлінських рішень. Як у першому, так і в другому випадку дослідник користується логікою експериментального плану, але при організації практичного експерименту виникають специфічні задачі, відмінні від тих, які доводиться вирішувати при роботі за аналітико-експериментальним планом у наукових цілях.

Як бачимо, головна передумова вибору стратегічного плану – стан знань на момент збору емпіричних даних. Залежно від стратегічного плану дослідження будується його логіка.

З метою підвищення валідності і надійності результатів дослідження складають список можливих змішуваних характеристик, аналізують їх і приймають рішення відносно кожної з них. У процесі дослідження зовнішні характеристики по мірі можливості контролюють. Одним із методів контролю є підтримання зовнішніх характеристик незмінними. Іншим методом є нівелювання впливу різних зовнішніх характеристик. Крім того, застосовні також методи мінімізації впливу зовнішніх характеристик. При цьому спостереження показують, що найважче контролювати внутрішні стани людини, такі як мотивація, втомленість, нудьгування тощо.

**Опрацювання результатів дослідження.** Як тільки дані зібрано, дослідник намагається їх зрозуміти, використовуючи різного роду аналітичні і графічні процедури. При цьому для перевірки сформульованої гіпотези використовують адекватні аналітичні методи. За результатами аналітичної перевірки дослідник поширює одержані висновки на сукупність чи коло явищ, з яких розпочалося дослідження.

В опрацюванні результатів дослідження використовують методи описової та вивідної статистики, пам'ятаючи про відповідність шкали обстеження досліджуваної характеристики та математичного апарату статистичного опрацювання її значень.

**Узагальнення результатів дослідження.** Для об'єктивної оцінки результатів дослідження розкривають їх новизну, теоретичне і практичне значення.

Характеризуючи виконане дослідження у цілому, дослідник перелічує отримані ним наукові результати по кожному із завдань дослідження. При цьому варто пам'ятати, що в освіті легше, ніж у будь-якій іншій сфері



суспільного виробництва, видавати бажане за дійсне, створювати видимість високих якісних результатів.

У рубриці *новизна результатів дослідження* дослідник дає оцінку отриманим результатам з точки зору їх новизни (нове, доповнене, уточнене, спростоване тощо). Новизна результатів дослідження встановлюється шляхом їх порівняння, а також використаної при цьому методики дослідження, з попередніми аналогами. Характеризуючи новизну результатів дослідження, дослідник, залишаючись у рамках поставлених перед ним завдань, показує, яке нове знання він одержав, їх розв'язуючи. Оцінюючи одержані результати з точки зору новизни, дослідник критично розглядає їх крізь призму того, що ним одержано такого, чого нікому ще не вдавалось зробити. При цьому варто не забувати, що в педагогічній науці поширений своєрідний обман, який проявляється як у явній недооцінці нових перспективних ідей, так і в перебільшених оцінках значущості досягнень на традиційних напрямках пошуку, що призводить до рутини, застою наукової думки.

Розрізняють два способи представлення новизни результатів дослідження:

- опис новизни; при цьому номінально називається сегмент педагогічної науки, до якого додалися нові наукові знання за результатами виконаного дослідження;

- змістовий виклад новизни; при цьому користуються ключовими словами: з'ясовано, виявлено, обґрунтовано, доведено, уточнено, спростовано, розроблено тощо.

Оцінити новизну результатів можна тільки після того, як дослідження завершено. Потрібно зазначити, що новизна результатів педагогічних досліджень – їх ахіллесова п'ята. Що можна було відкрити, уже давно відкрито. Новизна, як правило, з'являється за рахунок нового структурування уже наявних елементів у відповідності з новими завданнями освіти і новими етапами розвитку науки.

*Теоретичне значення результатів дослідження* – це підтвердження чи спростування з їх допомогою окремих положень, можливість отримати нові знання з врахуванням отриманих. Значення одержаного знання виявляється стосовно інших сфер пізнання, наукової роботи, яку потрібно провести у майбутньому. Теоретичне значення одержаних результатів серед іншого визначається тим, для розв'язання яких інших наукових проблем можуть знадобитися одержані результати. Загалом, у переважній більшості виконані дослідження як мінімум мають вести до результатів, що органічно вписуються в уже відомі наукові теорії, дещо доповнюючи їх.

Теоретичне значення – це значення одержаних результатів для науки в цілому, для його визначення необхідно вийти за межі розв'язуваної проблеми. Характеризуючи теоретичне значення одержаних результатів, дослідник вказує в які проблеми, галузі тощо вносяться зміни, спрямовані на розвиток науки, показує, для якої галузі науки має значення одержаний результат, і в якому відношенні нові знання її вдосконалюють. Загалом дослідник вказує, для яких подальших досліджень отримані результати можуть слугувати фундаментом, яку цілісну систему знань можна утворити, використовуючи отримані результати, які нерозв'язані проблеми можна виявити завдяки отриманим результатам дослідження.

Найбільш характерною помилкою при характеристиці теоретичного значення одержаних результатів є вживання термінів новизни (з'ясовано, розроблено, уточнено, обґрунтовано тощо). Для характеристики теоретичного значення одержаних результатів бажано акцентувати на тому, що вони поглиблюють, розширюють, розвивають, чому сприяють, що спростовують, модифікують, заперечують тощо.

Загалом практичне значення результатів дослідження визначається ефективністю їх впровадження у навчально-виховний процес, можливістю за умови певних технічних (методичних) рішень впровадити їх у навчально-виховний процес. Рубрика *практичне значення результатів дослідження*

передбачає опис соціально-економічного (скорочення затрат часу, зменшення витрат на засоби тощо) та психолого-педагогічного (зростання якості навчання, виховання тощо) ефектів від практичного використання результатів дослідження; прогностичну оцінку соціально-економічного та психолого-педагогічного ефектів від практичного використання поки що не використаних результатів. Кожний з цих ефектів має схему свого розрахунку або прогностичної оцінки.

Характеризуючи практичне значення одержаних результатів, окреслюють розділ практичної діяльності, в якому доцільно використовувати той чи інший конкретний результат дослідження для виправлення певного недоліку у роботі. Характеризуючи практичне значення результатів дослідження, виходять за межі поставлених завдань виконаного дослідження і ведуть мову про освітній процес у цілому з точки зору його прогностичного удосконалення. Практичне значення результатів дослідження загалом характеризується конкретними недоліками практики, які можна виправити за допомогою одержаних у процесі дослідження результатів.

Практичне значення результатів прикладних досліджень матеріалізується і носить прогностичну форму для фундаментальних досліджень.

Оперуючи отриманими даними, дослідник формулює *висновки* – індуктивні чи дедуктивні умовиводи, що випливають із результатів дослідження. При цьому найвищого рівня узагальнення добиваються тоді, коли шляхом використання дедуктивного чи індуктивного ланцюгів приходять до формулювання педагогічних принципів. Принцип – вихідне положення певної теорії. В основі теорії завжди лежить одна ідея, конкретизована у формі системи декількох принципів.

Серед логічно виведених висновків дослідник (у випадку дисертаційного дослідження) виокремлює групу тверджень, що формулюються у формі наукової ідеї – відображення в думці нового розуміння об'єктивної реальності, – і виносить їх на захист у середовищі фахівців з даної проблеми, наукової

громадськості. Доводиться констатувати, що у формулюванні *положень, що виносяться на захист*, дисертанти, як правило, припускаються таких типових помилок:

- наводять очевидні твердження, які ні в доведенні, ні у захисті не відчують потреби;
- замість наукових ідей прописують результати дослідження у формі констатації наукових фактів.

Насправді положення, що виносяться на захист, мають містити у собі твердження щодо необхідних і достатніх умов протікання педагогічного процесу, структурних елементів певного виду педагогічної діяльності, критеріїв, вимог, меж, функцій і т.д. При цьому такі твердження можуть як лежати в основі виконаного дослідження, так і являтися результатом узагальнення його даних. Їх неодмінно потрібно обґрунтовувати, а отже, захищати логічність і вичерпність. Вони не очевидні: їх можна або довести, або спростувати.

**Формулювання пропозицій щодо подальшого пошуку з досліджуваного питання.** По завершенні дослідження автор переконується, що не усе з того, що планувалось, йому удалось виконати. У процесі дослідження неминуче з'ясовуються окремі промахи стратегічного і тактичного характеру. На основі одержаних результатів часто на поверхню спливають обділені увагою аспекти досліджуваної проблеми тощо. На підставі зазначеного формулюються пропозиції щодо подальшого пошуку з досліджуваного питання.

**Апробація результатів дослідження.** Про одержані результати автор дослідження доповідає в усній чи письмовій формі на різного роду наукових зібраннях (конференціях, симпозіумах тощо).

**Впровадження результатів дослідження.** Впровадження – це використання окремих конкретних результатів дослідження у конкретних навчальних закладах, при підготовці конкретних навчальних чи дидактичних посібників тощо. Впровадження завжди характеризується тим, що підготовлено для

освітньої практики, у якій формі і для кого це зроблено, географією використання підготовлених матеріалів. Результати дослідження впроваджуються у практику у формі певного матеріального носія практичних ідей, сформульованих за результатами виконаного дослідження. Матеріалізація відбувається у формі розробки продукту і його використання на практиці, що відображається в завданнях дослідження (хоча безпосереднього відношення до процесу дослідження вона не має).

### **Запитання**

- \* *Як оцінюється новизна результатів дослідження?*
- \* *Що і чому потрібно захищати у науковому середовищі?*
- \* *На що звертає увагу автор дослідження, підсумовуючи виконану роботу?*

### **Завдання**

- \* *Наведіть приклад наукового результату.*
- \* *Розкрийте структуру і зміст теоретичного значення результатів дослідження.*
- \* *Розкрийте структуру і зміст практичного значення результатів дослідження.*
- \* *Охарактеризуйте кожну із стратегій дослідницького пошуку.*
- \* *Наведіть приклади вдалого і невдалого використання математичного апарату статистичного опрацювання емпіричних даних.*
- \* *Сформулюйте висновок, оперуючи результатами гіпотетичного дослідження.*
- \* *Проілюструйте на гіпотетичному прикладі технологію апробації результатів дослідження.*
- \* *Розкрийте зміст рубрики „впровадження результатів дослідження”.*

## **§ 30. Оформлення результатів дослідження**

**Загальні зауваження.** По завершенні дослідження (збору даних, їх опрацювання та інтерпретації) дослідник, як правило, відповідним чином

оформляє одержані результати. Існує декілька форм письмового оформлення результатів виконаного дослідження.

Результати виконаного дослідження залежно від його об'єму та специфіки завдань, а також мети, з якою вони публікуються, оформляються у формі підсумкового огляду, реферату, тез наукової доповіді, статті, монографії. Студенти у процесі навчання у вищих навчальних закладах виконують курсові, бакалаврські, дипломні чи магістерські дослідження. Аспіранти, докторанти і здобувачі наукових ступенів виконують кандидатські і докторські дисертаційні дослідження.

Курсова і випускна роботи бакалаврів, спеціалістів і магістрів, кандидатська і докторська дисертації – це науково – технічний документ, який містить вичерпну систематизовану інформацію за обраною темою, передбачає виклад матеріалу на основі спеціально підібраної літератури та самостійно проведеного дослідження. Бакалаврські, дипломні чи магістерські роботи, кандидатські і докторські дисертації відносять до класу кваліфікаційних наукових досліджень. Виконання таких робіт засвідчує наявність нормативно визначеної кваліфікації їх авторів.

Природно, що кваліфікаційні вимоги стосуються рівня фахових знань автора праці, його дослідницьких умінь, а також розчинених у наукових результатах творчих здібностей виконавця. Фахові знання легко впорядкувати за обсягом і врахувати у конструюванні вимог до авторів бакалаврських, дипломних чи магістерських, кандидатських і докторських робіт. Аналогічно можна виділити базові дослідницькі уміння, необхідні для наукового розв'язання проблемної ситуації. До зазначеного потрібно додати: чим вищі творчі здібності дослідника, тим вищого рівня дослідницьку проблему він здатний ефективно розв'язати.

Спільною вимогою до зазначених кваліфікаційних робіт є захист отриманих результатів на предмет новизни та ефективності способу розв'язання закладеній у темі дослідження суперечності. Особливістю наукових результатів

кваліфікаційних досліджень є їх невідповідність усталеним науковим поглядам (або відсутність взагалі методів розв'язання даної чи аналогічних наукових проблем), що робить необхідним захист автором своїх ідей (доведення у дискусії з науковими авторитетами новизни результатів, їх наукової достовірності). Необхідною умовою наукової дискусії у такому випадку є опублікування автором кваліфікаційної роботи одержаних результатів у формі наукових статей і апробація їх на різного роду наукових форумах, що супроводжується опублікуванням тез виступу.

Усі перелічені форми представлення результатів дослідження характеризуються певними єдиними, а також низкою специфічних вимог. Єдиними є, безперечно, вимоги щодо текстового, аналітичного, графічного і табличного представлення одержаних результатів та бібліографічного опису використаних джерел.

**Основні вимоги до оформлення результатів наукового дослідження.** Перед оформленням результатів дослідження дослідник ознайомлюється з основними вимогами до його виконання. Оформленню результатів наукового дослідження завжди притаманні: стислість і точність формулювань, які виключають можливість неоднозначного їх тлумачення; логічна послідовність викладення матеріалу; переконливість аргументації; обґрунтованість рекомендацій та пропозицій.

У науковій роботі завжди: узагальнюються існуючі результати; доводиться актуальність дослідження; обґрунтовуються вибрані методи дослідження; оцінюється новизна одержаних результатів; вказується теоретична та практична їх цінність. Наукові роботи виконуються нормативною літературною мовою з використанням наукової термінології без зловживання посиланнями на результати досліджень інших авторів. При оформленні результатів дослідження дослідник обов'язково посилається на авторів і джерела, з яких запозичує цитати, матеріали або окремі результати.

Наукову роботу набирають на комп'ютері шрифтом Times New Roman (розмір шрифту 14) через 1,5 інтервали і друкують на принтері з одного боку аркуша білого паперу формату А4 (210x297 мм). Для таблиць та ілюстрацій можна використовувати папір формату А3. Друкуючи роботу, залишають поля: ліве – 3 см, праве – 1,5 см, верхнє і нижнє – 2 см.

Рекомендований обсяг підсумкового огляду – 0,25 др. арк., реферату – 0,5 др. арк., курсової роботи – 1 др. арк., бакалаврської роботи – 2 др. арк., дипломної роботи – 3 др. арк., магістерської роботи – 4 др. арк., кандидатської дисертації – 7 др. арк., докторської дисертації – 14 др. арк. Тези доповіді, як правило, готуються обсягом 0,1 др. арк., стаття – 0,5 др. арк., монографія – не менше 6 др. арк. Зазначимо, що 1 др. арк. (друкарський аркуш) містить 40000 знаків. У наведені обсяги не включають список використаних джерел та додатки.

Основними елементами тексту курсової, бакалаврської, дипломної чи магістерської робіт, кандидатської і докторської дисертацій є: титульний аркуш; зміст; перелік умовних позначень, символів, одиниць скорочень і термінів (за необхідності); вступ; основна частина (суть роботи); висновки; список використаних джерел (перелік посилань); додатки (за необхідності).

Текст основної частини роботи (крім підсумкових оглядів, рефератів, тез і статей) поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти. Кожну структурну частину роботи починають з нової сторінки.

Заголовки структурних частин роботи "ЗМІСТ", "ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ", "ВСТУП", "РОЗДІЛ", "ВИСНОВКИ", "СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ", "ДОДАТКИ" друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Після назви заголовка крапки не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Після заголовка (за винятком заголовка пункту) пропускають один рядок.



Розділи, параграфи, пункти, рисунки, таблиці нумерують арабськими цифрами без знака №.

Номер розділу ставлять після слова "РОЗДІЛ", після номера крапку не ставлять, потім з нового рядка друкують заголовок розділу. Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Після номера підрозділу ставлять крапку, наприклад: "2.3." (третій підрозділ другого розділу). Потім у тому ж рядку записують заголовок підрозділу. В окремих випадках у роботах підрозділи поділяють на пункти, які нумерують у межах кожного підрозділу. Наприклад: "1.3.2." (другий пункт третього підрозділу першого розділу). Потім у тому ж рядку записують заголовок пункту.

Ілюстрації (схеми, графіки, карти, фотографії) і таблиці подають у роботі безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації і таблиці, які розміщені на окремих сторінках роботи, включають до загальної нумерації сторінок. Ілюстрацію або таблицю, розміри яких більші формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування в тексті або у додатках. У текстовій частині роботи наводяться посилання на поміщені ілюстрації чи таблиці.

Ілюстрації позначають словом „Рис.“ і нумерують послідовно у межах розділу (це не стосується ілюстрацій, поданих у додатках). Номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера (у межах розділу). Наприклад: "Рис.1.3." (тобто третій рисунок першого розділу). Ілюстративний матеріал має назву, яку записують після номера ілюстрації; за потреби його доповнюють пояснювальними даними (текст під рисунком).

Цифровий матеріал часто подають у таблицях, в яких інформація групується в рядки і стовпчики, відокремлені вертикальними та горизонтальними лініями. Кожна таблиця має назву, яку розміщують зверху і друкують симетрично до тексту. Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) у межах розділу, наприклад: „Табл.1.2“ (друга таблиця першого розділу). Заголовки у таблицях записують з великої літери,

підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком; якщо вони самостійні – тоді з великої. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на наступний аркуш.

У додатках поміщають матеріал, який: є необхідним для повноти роботи, але включення його до основної її частини може змінити логічне та впорядковане уявлення про роботу; не може бути послідовно розміщений в основній частині роботи через великий обсяг або способи відтворення; може бути вилучений для широкого кола читачів, але є необхідним для фахівців. У додатки, за необхідності, поміщають допоміжний матеріал, потрібний для повноти сприйняття дослідження, зокрема: проміжні математичні доведення та розрахунки; таблиці додаткових даних; інструкції, методики, описи алгоритмів і програм розв'язання задач на комп'ютерах, розроблених під час дослідження; ілюстрації допоміжного характеру; додатковий перелік джерел, на які не було посилань у роботі, але які можуть викликати інтерес.

Додатки розміщують у порядку появи посилань на них у тексті роботи. Кожний додаток починається з нової сторінки, має заголовок, що друкується угорі малими літерами з першої великої симетрично до тексту сторінки. Над заголовком посередині рядка друкується слово "Додаток" і велика літера, якою позначається цей додаток. Додатки позначають не цифрами, а великими літерами української абетки (А, Б, В і т.д.), за винятком "Ь". Текст кожного додатка може бути поділений на розділи, що нумерують у його межах (наприклад А.1, А.2, тобто 1-й та 2-й відповідно розділи додатку А).

Посилання в тексті записують у квадратних дужках [ ]. Цифри у квадратних дужках відповідають порядковому номеру джерела у списку використаних джерел. Якщо в квадратних дужках вказується два або більше джерел, то їхні порядкові номери відділяються крапкою з комою (;). При наведенні цитати вказуються номер джерела і сторінки в ньому; у цьому випадку перше число у квадратних дужках вказує на номер джерела, друге число після коми (,) вказує на номер сторінки.

Посилання відповідають їх порядковим номерам у списку, який складають одним із запропонованих способів: 1) в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків (найпоширеніший спосіб); 2) у хронологічному порядку; 3) за порядком появи посилань у тексті (цей спосіб зручний для користування, його вважають найдоцільнішим). Список використаних джерел має єдину наскрізну нумерацію.

Відомості про джерела, включені до списку, подають відповідно до вимог державного стандарту. Зокрема, потрібну інформацію щодо згаданих вимог містять такі стандарти: 1) ГОСТ 7.1-84 "Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления" (цей державний стандарт відповідає Міжнародному стандартному бібліографічному описові ISBD); 2) ДСТУ 3582-97 "Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила"; 3) ГОСТ 7.12-93 "Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила".

Доцільним є алфавітно-нумераційний порядок розташування літературних джерел. Їх записують в алфавітному порядку за прізвищами авторів (якщо в авторів однакові прізвища, тоді їхню послідовність визначають ініціали; якщо використано декілька праць одного автора, то їх записують в алфавітному порядку за першими буквами назв цих публікацій; праці одного автора з однаковими назвами розташовують за хронологією) або за назвами творів, що не записані на окремого автора.

Насамперед записують джерела, видані кирилицею, потім – латиною та мовами з особливою графікою (за алфавітом назв мов – арабською, грузинською, китайською тощо). Як правило, публікації мовами з особливою графікою подають в українській транслітерації або в перекладі запису українською мовою, тоді мову видання вказують через „- Араб., - Яп.“.

Існують відмінності у бібліографічному описі книг, серійних видань (періодичних, серійних, видань, які продовжуються), окремих частин видання

(статей із журналів, збірників, енциклопедій; розділу, тому тощо), інших документів (дисертацій, звітів про науково-дослідну роботу, неопублікованих перекладів, карт, державних стандартів тощо). Відносно недавно виникла потреба в оформленні посилань на електронні інформаційні джерела.

Складовими частинами бібліографічного опису є інформація про автора, назва твору, вид видання, за потреби – дані про перевидання, доповнення або переклад, місце видання, дані про видавця, рік видання та обсяг публікації.

У бібліографічному описі обов'язковою вимогою є запис ініціалів після прізвища автора. Послідовність прізвищ авторів, подана у виданні, зберігається, їх записують через кому (,). Праці, які мають понад три автори, записують, вказуючи перші три і додають слова ”та ін.“ або ”et al.“.

Назву роботи подають так, як вказано на титульному аркуші. Часто після назви подають другу назву (відомості, які пояснюють основну назву роботи), її наводять в описі після основної назви через двокрапку (:). За потреби після назви уточнюються відомості про видання, наприклад: „Підручник“, „Навч. посібник“, „Довідник“, „Енцикл. словник“, „Зб. статей“, „Зб. наук. праць“, „У 10 т.“ тощо (слова в уточненні скорочують відповідно до норм РСТ УРСР 1743-82). Перед уточненням ставлять двокрапку (:).

Інформацію про переклад записують після назви через косу лінію (/), наприклад: „Пер. з англ.“, „Пер. з нім.“ або „Пер. з фр. В. Бойчука“.

Дані про перевидання і опис внесених змін (виправлене, доповнене, перероблене тощо) виділяють з обох боків тире (–), наприклад: – 2-ге випр.вид. –, – 3-є вид., перероб. і доп. –.

Місце видання подають у називному відмінку. Після цього ставлять двокрапку (:). В українській мові прийнято скорочувати лише назву міста Київ (К.), інші міста: Львів, Харків, Чернівці тощо записують повністю. Для іноземних публікацій допускається скорочення назв міст: англійською – Нью-Йорк (N.Y.), російською – Москва (М.), Санкт-Петербург (Спб.). Якщо у книзі зазначено два місця видання, то в описі їх подають через крапку з комою

(;). Коли одна з двох назв міст не скорочується, тоді обидві подають повністю. Наприклад: „М.; Спб.“, „Київ; Львів“. Якщо місце видання невідоме, тоді записують „Б.м.“, тобто „без місця“, для книг латинкою – „S.l.“.

Назву видавництва записують коротко, без лапок і слова „видавництво“. У назвах іноземних видавництв можуть вказуватись прізвище, ім'я та ініціали видавця. В описі подають тільки прізвище. Якщо книгу видали спільно два видавництва, то у бібліографічному описі вказують обидва, наприклад: Львів: Літопис; Київ: Основи. Якщо у книзі вказано три або більше видавництв, тоді записують перше зі словами „та ін.“ (для книг, виданих латиною – „etc.“).

Рік видання подають після назви видавництва через кому (,) арабськими цифрами. Після року ставлять крапку і тире ( . – ).

Обсяг видання, тобто дані про загальну кількість сторінок і аркушів записують цифрами зі словом сторінка, яке скорочують: с. – укр.; р. – англ.; S. – нім.; s. – фр. До загальної кількості сторінок не зараховують сторінки з випускними даними, рекламою, анотацією тощо.

Видання, які не мають індивідуальних авторів за назвами, після чого через косу лінію (/) записують дані про авторів, у цьому випадку ініціали розміщують перед прізвищами. Усі інші відомості подаються відповідно до наведених вище вимог.

У бібліографічному описі наукових праць, розповсюджених на правах рукопису (кваліфікаційні роботи з авторефератами на них, депоновані рукописи), використовують інформацію, вказану на титульному аркуші роботи, наприклад: Сябрук І. Рекреаційний комплекс Іспанії: Магістр. роб.: 8.030405 / ЛНУ імені Івана Франка. – Львів, 2004. – 130 с.; Калитчак Р.Г. Італійський регіоналізм у контексті європейських інтеграційних процесів: Дис... канд. істор. наук: 23.00.04 / ЛНУ імені Івана Франка. – Львів, 2004. – 173 с.; Любіцева О.О. Геопросторова організація туристичного процесу: Автореф. дис... докт. геогр. наук: 11.00.02 / КНУ імені Тараса Шевченка. – 2003. – 29 с.

Журнальні статті описують за наступною схемою: прізвище та ініціали автора (ів) (.) назва статті (//) назва журналу (. –) рік видання (. –) номер журналу (або том і номер) (. –) (С.) сторінки, на яких надрукована стаття.

Газетні статті прийнято описувати за такою схемою: прізвище та ініціали автора (ів) (.) назва статті (//) назва газети (. –) рік видання (,) число і місяць (. –) (С.) сторінки, на яких надрукована стаття (якщо газета має понад 16 сторінок).

Схема бібліографічного опису статей у неперіодичних виданнях: прізвище та ініціали автора (ів) (.) назва статті (//) назва збірника (/) дані про наукового редактора (. –) місце видання (: ) видавництво (,) рік видання (. –) (С.) сторінки.

Бібліографічний опис частини твору складається за схемою: назва книги (/) дані про наукового редактора (. –) місце видання (: ) видавництво (,) рік видання (. –) порядковий номер розділу (глави, частини) (.) автор (и) (.) назва (. –) (С.) сторінки, на яких надруковано матеріал.

Бібліографічний опис джерел, опублікованих у комп'ютерній мережі, передбачає опис джерела відповідно до зазначених вище вимог, після чого зазначають у квадратних дужках [] слово "Цит." і вказують дату відвідання сторінки в Internet. Після крапки (.) подають: "Доступний з: <<http://www...>>."  
“

Результати дослідження часто подають, крім табличної, у формі діаграм (криволінійна; згруповані стовпці; смугаста; розділена площа; ковзаюча смуга; розділені стовпці; стовпці і крива; кругова тощо) та гістограм (стовпчикова; полігон розподілу; машинописні графіки). Звісно, що до графічного представлення результатів виконаного дослідження висуваються певні стандартні вимоги.

Першою сторінкою наукової роботи (крім тез виступу чи статті) є титульний аркуш, який разом із змістом та переліком умовних позначень не ну-

мерують, але включають до загальної нумерації сторінок. Нумерацію починають зі сторінки "ВСТУП" і здійснюють арабським цифрами без крапки у кінці.

**Підсумковий огляд.** Результати поверхового аналізу джерел з певної проблеми оформляються у вигляді підсумкового огляду. Як правило, він складається з 5 частин.

1. У вступі стисло описується природа проблеми і формулюється досліджуване запитання. Дослідник, крім цього, розкриває, що його привело до дослідження поставленого запитання, і чому воно є важливим для дослідження.

2. В огляді коротко висвітлюється, що інші дослідники знайшли для відповіді на досліджуване запитання. Пов'язані дослідження, як правило, обговорюються разом, згруповані за підзаголовками (що робить огляд легким для читання). Головні дослідження аналізуються детальніше порівняно з менш важливими.

3. В узагальненнях пов'язуються воедино найголовніші результати, які оформляються у вигляді рисунку чи таблиці, щоб показати спільне і відмінне у різних дослідників стосовно досліджуваного запитання.

4. У висновках говориться про те, що огляд джерел пропонує для розв'язання досліджуваного запитання.

5. Завершується огляд бібліографією (списком використаних джерел) в одному із прийнятих форматів.

**Реферат** (нім. *Referat* – *доповідати, повідомляти*) – письмова доповідь з певної теми, в якій зібрана інформація з одного чи кількох джерел. Реферати можуть бути викладом змісту наукової праці, художньої книжки тощо. У вищій школі реферати часто використовуються у формі звіту студентів за результатами вивчення курсу.

Розрізняють репродуктивні і продуктивні реферати. Репродуктивний реферат відтворює зміст первинного тексту. Продуктивний реферат містить критичне осмислення джерела, що реферується.

Репродуктивні реферати можна поділити на реферат-конспект і реферат-резюме. Реферат-конспект містить в узагальненому вигляді фактичну інформацію, ілюстрований матеріал, відомості про методи і результати дослідження, можливості їх використання. Реферат-резюме містить основні положення з певної теми.

Серед продуктивних рефератів виокремлюють реферат-огляд і реферат-довідь. Реферат-огляд зіставляє різні точки зору з даного питання на основі кількох джерел. У рефераті-довіді, поряд з аналізом інформації, що міститься у першоджерелі, дається об'єктивна оцінка проблеми.

Рефератам притаманна певна композиція:

1. Вступ. У вступі обґрунтовується вибір теми дослідження, розкривається її актуальність, наводяться вихідні дані тексту, що реферується (назва, де і коли опублікований), дані про автора (П. І. Б., спеціальність, науковий ступінь, вчене звання).

2. Основна частина. В основній частині викладається зміст тексту, що реферується, аргументуються наведені основні тези.

3. Висновок. У висновку наводяться узагальнення за результатами дослідження проблеми, яка заявлена у рефераті.

Рефератам притаманні такі ознаки:

- Зміст реферату повністю залежить від змісту джерела, яке реферується.
- Реферат містить точний виклад основної інформації без спотворень і суб'єктивних оцінок.

- Реферат має постійну структуру.

Реферати переважно пишуть стандартною мовою з використанням типових зворотів на зразок “важливе значення має”, “приділяється особлива увага”, “піднімається питання”, “робимо наступні висновки”, “досліджувана проблема” і т.д. До мовних особливостей рефератів належать слова і звороти, які носять узагальнений характер. Рефератам, як правило, притаманні невизначено-особові речення, абстрактні іменники, специфічні наукові терміни, властиві



досліджуваній проблемі, слова-жаргонізми, дієприкметникові і дієприслівникові звороти. Рефератам властива об'єктивність і особлива логіка викладу матеріалу. Усе це пов'язано не з бідністю лексики автора, а із своєрідністю мови реферату.

Реферат, як і будь-яка наукова праця, рецензується, отримуючи певну оцінку. Рецензія складається на основі:

- Рівня ерудиції автора з досліджуваної теми (сучасність і своєчасність дослідженої теми, ступінь обізнаності автора роботи з актуальним станом досліджуваної теми, повнота цитування джерел, ступінь використання у роботі результатів досліджень та встановлених наукових фактів).

- Особистих заслуг автора реферату (додаткові знання, використані при написанні роботи, одержані понад запропоновану освітню програму, новизна поданого матеріалу і дослідженої теми, рівень володіння тематикою і наукове значення дослідженого питання).

- Характеру реферату (логічність викладу матеріалу, грамотність автора, правильне оформлення роботи, відповідність стандартним вимогам).

**Тези доповіді** – це не перелік основних положень, результатів виконаного дослідження, а мала за обсягом, але амбітна і самодостатня стаття. Робота над тезами починається з вибору теми. У темі відображається новизна одержаного результату дослідження. Тема, як правило, відображає один з аспектів виконаного дослідження, який відповідає за змістом тематиці наукового форуму. Загалом у формулюванні теми прагнуть простих і конкретних назв.

Структурно тези складаються із вступу, основної частини і висновків. У вступі зазначаються причини того, чому окреслений аспект проблеми не досліджувався взагалі, або досліджувався не достатньо. Тут же відмічається, що у процесі виконаного дослідження автор побачив те, чого не бачили його попередники, і одержав результати, які відрізняються від відомих. При цьому варто пам'ятати, що вступ не може перевищувати одного абзацу.

Текст основної частини тез структурується відповідно до наведених положень і прикладів, що їх підкріплюють. Автор тез зазвичай розривається між прагненням викласти глобальні висновки та необхідністю навести конкретні приклади. У вдало підготовлених тезах глобальні висновки формулюють на основі аналізу конкретних прикладів. Виклад глобальних ідей без конкретного аналізу видається бездоказовим. Аналіз матеріалу без загальної ідеї виглядає простим переліком фактів. Найскладніше у висвітленні вибраного аспекту проблеми витримати логіку поєднання окремих положень та фактів, що їх підкріплюють.

У висновках тез узагальнюють положення, зроблені на підставі аналізу прикладів (що складає наукову новизну дослідження), вказують на теоретичне і практичне значення одержаних результатів.

У процесі оформлення тез не варто виокремлювати рубрики "Вступ", "Основний зміст" і "Висновки". Якщо об'єм тез 2 сторінки, то бібліографія не повинна займати навіть половину сторінки, у тезах на 2 сторінки бібліографії з 5 пунктів цілком достатньо. Загалом, крім наведеного вище, необхідно чітко дотримуватися вимог оргкомітету наукового форуму, куди відправляються тези.

**Стаття** – це науковий або публіцистичний твір невеликого розміру в збірнику, журналі, газеті. Структурно і за змістом наукова стаття дещо відрізняється від публіцистичної. Відповідно дещо різним є написання зазначених двох типів статей. Якщо дослідник вирішив опублікувати одержані наукові результати у формі статті, то спершу він зосереджує свою увагу на виборі теми (основної ідеї) статті, обґрунтуванні допоміжних засобів, якими можна скористатися у процесі написання статті, з'ясуванні специфічних особливостях потенційних читачів.

Основна ідея статті відображається в її назві. Основна ідея статті, безперечно, репрезентується низкою часткових, кожна з яких реалізується за допомогою певних засобів текстового, графічного та числового характеру. Як

свідчать дослідження, є три категорії читачів. *Поверхові читачі* зазвичай читають заголовки та підзаголовки, перечитують початкові та кінцеві положення статті, переглядають використані джерела, зосереджують увагу на числовому матеріалі, переглядають зноски й виділені у тексті речення. *Середні читачі*, на відміну від перших, більш уважні до власне змісту статті, вони зосереджуються на її головних положеннях. *Уважні читачі* ретельно вивчають матеріал, перечитуючи його двічі й більше, та роблять при цьому письмові помітки.

Процес написання наукової статті складається з таких етапів:

1. Відбір і додаткове напрацювання текстового, графічного чи числового матеріалу для реалізації часткових і основного задуму (ідеї) статті.

2. Формування структури (заголовків, підзаголовків тощо) статті відповідно до способу членування основного задуму.

3. Розподіл наявного матеріалу між структурними одиницями статті.

4. Літературне опрацювання розподіленого матеріалу.

5. Оформлення статті відповідно до чинних вимог друкованого органу, куди її планується відправити для опублікування.

6. Повторна робота над статтею з метою її остаточного доопрацювання.

Загалом у науковій статті виокремлюють вступ, основну частину, висновки, список використаних джерел, анотації. У вступі вказується ідея розв'язання виокремленої у дослідженні проблеми як наукової суперечності. При написанні основної частини дотримуються структури основного задуму, віддають перевагу переконливим фактам, враховують психологічні закономірності сприйняття текстового матеріалу (місце головного і другорядного у тексті, оптимальний поділ тексту на абзаци, стилістична різноманітність компонентів тексту, оптимальна довжина речень тощо), дотримуються норм літературної мови. У висновках дають оцінку одержаним результатам дослідження з точки зору їх наукової новизни, теоретичного і практичного значення. Обов'язковою нормою підготовки наукових статей є поси-

лання на результати досліджень інших дослідників. В анотації подають перелік основних результатів дослідження.

Наукова стаття, як правило, містить такі компоненти:

1. Титульна сторінка включає назву статті, прізвище та ім'я автора, його постійне місце роботи. Назва друкується на кожній сторінці статті. Видалення титульної сторінки перед тим, як статтю рецензують, зменшує упереджене ставлення рецензентів.

2. Анотація типово містить 100 – 150 слів і відтворює суть досліджуваної проблеми, її стан до виконаного дослідження, характеристику виконаного дослідження, його результатів і дискусійні положення.

3. Вступ присвячується висвітленню актуальності досліджуваної проблеми, що неможливо здійснити без огляду виконаних досліджень, з'ясування місця досліджуваної проблеми у системі знань, практичного значення одержаних результатів.

4. Методи. У цій частині статті описуються методологічні засади виконаного дослідження, використані методи для розв'язання кожного із завдань дослідження, а також обґрунтовується їх доцільність.

5. Результати. Емпіричні дослідження, звичайно, містять масив даних, їх математичне опрацювання та обґрунтування вибору використаного апарату. У цій частині статті часто наводяться таблиці, діаграми, графіки для ілюстрації одержаних результатів. Безперечно, що ця частина статті завершується твердженням щодо доведення чи спростування гіпотези дослідження.

6. Обговорення. У цій частині статті автор аргументує, що одержані ним результати доводять, що вони спростовують, які проблеми з їх допомогою можна розв'язати і виокремити.

7. Посилання. У процесі формулювання гіпотези дослідження автор неодмінно використовує результати виконаних до нього досліджень. У процесі розв'язання поставлених завдань він також послуговується результатами наукової роботи інших. Усе це відображається у списку використаних джерел.

Часто наводиться також список додаткової літератури, яка присвячена аналогічним проблемам, але у виконаному дослідженні не використовувалася. Важливо, щоб у процесі підготовки огляду літератури дослідник фокусувався на методах і результатах, а не на їхніх авторах.

8. У додатках подаються матеріали, пов'язані з виконаним дослідженням; такі матеріали несуть додаткове і побічне інформаційне навантаження.

9. Замітки автора переважно містять подяку колегам, які допомагали у дослідженні чи оформленні його результатів, але не є співавторами опублікованої праці. Інколи у цій частині статті вказують на місце описаних результатів у системі дослідницької роботи автора.

**Монографія** – це наукова праця, присвячена системному вивченню і узагальненню окресленої проблеми одним (одноосібна монографія) або кількома авторами (колективна монографія). Якщо дослідник аналізує з єдиної (своєї) точки зору результати досліджень певної проблеми, отримані різними авторами (в тому числі і ним особисто), то оформляє він результати власного узагальнення наявних розрізнених даних (як правило запозичених із джерел первинної публікації результатів наукового дослідження: статей, звітів, дисертацій) у формі одноосібної монографії. Якщо зазначену вище роботу виконує не один дослідник, а група науковців, то маємо справу з колективною монографією. Колективна монографія друкується за редакцією одного з авторів – керівника авторського колективу. Нормативно мінімальний обсяг монографії – 6 др. арк.

Як бачимо, завданням написання монографії є вичерпна систематизація та узагальнення теоретичного матеріалу з наукової проблеми з критичним його аналізом. Монографія фіксує науковий пріоритет, забезпечує суспільство науковою інформацією і є свідченням вагомого внеску у розвиток науки автора чи колективу авторів, їхньої широкої і глибокої обізнаності у проблемі дослідження, власного її розуміння і трактування.

Слід зазначити, що дослідники, які готують докторську кваліфікаційну роботу, відчують певні труднощі у визначенні того, що поміщати у монографію, а що у текст дисертації. Ці труднощі спричинені відсутністю нормативного врегулювання цього питання. Як наслідок, мають місце випадки, коли монографія і рукопис дисертації у значній своїй частині практично не відрізняються за змістом; при цьому сумлінні дослідники намагаються стилістично розвести зазначені праці, але цього явно не достатньо. Цієї плутанини можна позбутися, якщо монографію присвятити аналізу результатів попередньо виконаних досліджень, а дисертацію – висвітленню результатів власного теперішнього дослідження. Звісно, що за такого підходу нормовано визначений обсяг дисертації повинен бути значно меншим. Не менше непорозумінь викликає норма, за якою докторську дисертацію у виняткових випадках можна готувати у формі монографії. Зрозуміло лише одне, що ця монографія структурно і змістово має відрізнятися від звичкої. Але чи потрібний такий добрий жест, чи слугує він підвищенню ефективності наукової діяльності вчених? Швидше, що ні.

Загалом структурно монографія складається із вступу, основної частини, висновків, списку використаних джерел і, за необхідності, додатків. В основній частині виділяють розділи і параграфи.

**Науковий звіт.** Для представлення отриманих результатів дослідження у стислій формі та їх оперативного поширення серед наукової громадськості використовується така форма їх оформлення як науковий звіт. Науковий звіт готують по завершенні роботи над темою. У процесі дослідження по завершенні кожного з його етапів дослідник готує анотований звіт.

*Анотація* є неодмінною частиною наукового звіту. Її призначення – забезпечення інформації про те, що включено до звіту. Відповідно до рекомендацій Американської психологічної асоціації (APA) анотація за об'ємом не повинна перевищувати 150 слів. Анотація загалом містить 1 – 2 речення по кожній з нижче наведених позицій: формулювання проблеми; ко-

роткий огляд літератури; короткий огляд використаних у дослідженні методів; короткий огляд одержаних результатів; значущість виконаного дослідження і потреба у подальших дослідженнях.

*Вступ.* Вступ забезпечує читача інформацією, що веде до формулювання проблеми. Ця інформація може включати необхідність відтворення попередніх досліджень, обумовлену недоліком чи неповнотою результатів, або застосування попередніх результатів до іншої сукупності тощо. Загалом вступ розрахований на формування у читача здатності зрозуміти необхідність даного дослідження і усвідомлення теоретичних позицій автора дослідження. У вступі вказують основні джерела отримання інформації (офіційні, наукові, літературні, бібліографічні) та коротко характеризують структурні елементи роботи.

*Методи.* У цьому розділі подається інформація про те, як були одержані дані, що привели до наявних наукових результатів. Тут подається інформація про об'єкти вивчення і процедуру їх відбору, рандомізацію і її пастки. З наведеної інформації випливають слабкі і сильні сторони плану дослідження, розуміння способу використання контрольних та експериментальних груп. Тут описується використаний метод стандартизації. Якщо фонові змінні не контролювались, то зазначається до яких негативних наслідків це могло б призвести. У цьому розділі звіту знаходять місце проблеми, пов'язані з внутрішньою і зовнішньою валідністю. Врешті подається опис використаних методів оцінювання, наводяться дані щодо валідності і надійності використаного інструментарію, коректності його використання у виконаному дослідженні.

*Результати.* Описуючи результати, подають числові дані, використані статистичні процедури, а також вказують рівень значущості одержаних висновків. Статистичні процедури, безумовно, мають відповідати типу одержаних даних. Наприклад, використання параметричної статистики до даних, одержаних у номінальній чи порядковій шкалах, призводить до деформованих висновків. Описуючи статистичні процедури, дослідник вказує ступені вільності,

ймовірнісну і допустиму помилки. Вибране значення допустимої помилки обов'язково обґрунтовується.

*Дискусія.* Цей розділ дозволяє дослідникам кваліфікувати результати і обговорювати проблемні області, що стосуються виконаного дослідження, а також області, що потребують подальших досліджень. При цьому дослідник прагне розкритикувати одержані ним результати до того, як інші це зроблять. Недоліки, що стосуються рандомізації, використання контрольної групи, а також інші проблеми вимагають пояснення у цьому розділі звіту. У цьому місці звіту вказують також, як дослідження може розвиватися у майбутньому шляхом фіксування проблем у виконаному дослідженні чи розвитку оригінальної теорії. Як видно із зазначеного, цей розділ є найбільш якісною частиною звіту, а тому найбільш важливою.

*Посилання.* Якщо у дослідженні використовуються посилання з непрофесійних чи сумнівних джерел, то валідність аргументів буде також сумнівною.

*Додатки.* Науковий звіт може містити декілька, а може і не містити жодного додатку. Насамперед у додатках поміщають той матеріал, який дійсно потрібний для викладу результатів виконаного дослідження. Поміщена у додатках інформація допомагає читачам зрозуміти використані у дослідженні методи і результати. До того ж, така інформація допомагає на етапі відтворення виконаного дослідження чи виконання пов'язаних з ним досліджень.

**Курсова робота** виконується студентами по закінченні вивчення провідних навчальних курсів. Тематика курсових робіт охоплює питання, пов'язані із змістом вивченого курсу. Теми курсових робіт, які пропонує кафедра, на якій вивчається навчальний курс, формулюються у такій формі, щоб дати змогу студентам розв'язати поставлене наукове завдання шляхом вивчення оригінальних праць, аналізу вторинних джерел тощо. Розв'язання поставлених наукових завдань передбачає формування у студентів практичних дослідницьких умінь опрацьовувати джерела з досліджуваної проблематики,



узагальнювати здобуту інформацію, робити відповідні логічні висновки, а також представляти результати дослідження згідно з ustalеними вимогами.

Загалом написання курсових робіт переслідує мету розширення і поглиблення знань студентів з курсу, часткового опанування методологією наукового пізнання, формування умінь її практичного застосування, первинного випробування їхнього наукового потенціалу. Дотримання студентами вимог до курсового дослідження та оформлення його результатів сприяє формуванню у них культури наукової діяльності, умінь виконання наукового дослідження, що знаходить собі застосування у процесі роботи над кваліфікаційними науковими роботами. Як правило, проблеми, розглянуті в курсовій роботі, знаходять свій подальший розвиток у бакалаврській, дипломній чи магістерській роботі. Курсова робота, зазвичай, має простий план, який включає вступ, основну частину із 3 – 4 питань, висновки, список використаних джерел і, за необхідності, додатки.

Загалом виконання курсових робіт, як одна із форм реалізації інтеграції освітньої і наукової складових у діяльності вищої школи, переслідує мету залучення студентів до науково-дослідної роботи, перевірки рівня їхньої теоретичної підготовки, розвитку у них інтересу до самостійних наукових досліджень та формування спеціальних дослідницьких умінь.

**Бакалаврська робота** відрізняється від курсової не лише більшим обсягом, але й ґрунтовним знанням наукової літератури з вибраної теми, свідченням чого є кваліфіковано зроблений у першому, зазвичай, розділі огляд спеціальної літератури. Виконання бакалаврського дослідження закріплює і розвиває дослідницькі уміння студентів. Зокрема під час виконання бакалаврських досліджень студенти розв'язують дослідницькі проблеми, які вимагають застосування відомих методів розв'язання аналогічних проблем. Бакалаврська робота обов'язково виконується за складним планом, складовими якого є вступ, кілька розділів, що включають кілька підрозділів, а також висновки, список використаних джерел, і додатки, за необхідності. Емпірична

частина бакалаврської роботи присвячується виконанню констатувальних обстежень. Бакалаврська робота є випускною кваліфікаційною роботою, обов'язковою для виконання всіма студентами. До переходу на ступеневу підготовку фахівців самостійне наукове дослідження на випускному курсі, що мало форму дипломної роботи, виконували лише окремі студенти, які виявили бажання не складати державний іспит, а захищати результати, одержані у процесі виконання дипломної роботи. Метою написання бакалаврської роботи є засвідчення рівня кваліфікаційної підготовки студента – майбутнього фахівця на відповідному ступені отримання вищої освіти. Проведенням самостійного наукового дослідження та написанням бакалаврської роботи студент завершує цикл опанування обраною спеціальністю на освітньо-кваліфікаційному рівні підготовки „Бакалавр”.

**Дипломна і магістерська роботи.** Дипломною або магістерською роботою студент завершує свою навчальну та наукову підготовку в університеті. Зазначені роботи засвідчують професійну зрілість випускника, виявляють його загальнонаукову та спеціальну підготовку, доводять уміння застосовувати здобуті знання для розв'язання конкретних наукових і практичних завдань.

Написанню цих робіт передують виробнича практика. У процесі виконання дипломних та магістерських досліджень студенти розв'язують поставлене перед ними наукове завдання, застосовуючи кілька наукових методів (синтезуючи відомі способи розв'язання проблемних ситуацій), які складають самостійну та повноцінну, хоч і відносно невелику наукову розвідку. Рівнем теоретичної підготовки студентів вимагається володіння ними результатами досліджень з проблеми, у межах якої знаходиться тема дипломної чи магістерської роботи.

Дипломна чи магістерська робота є повноцінним науковим продуктом, створеним на основі попереднього досвіду написання наукових робіт. Вони засвідчують рівень підготовки випускника і виступають головним критерієм його фахової компетентності за обраною спеціальністю. Організація і прове-

дення наукового дослідження та оформлення його результатів у вигляді дипломної чи магістерської роботи має на меті сформувати у студентів стійкий інтерес до наукового дослідження, поглибити й розширити (за рахунок опрацювання першоджерел) теоретичні знання, опанувати вміння творчо застосовувати теоретичні знання, критично оцінювати фахову літературу, самостійно здобувати дослідним шляхом нові знання.

Обов'язковою умовою підготовки дипломної чи магістерської роботи є чітке уявлення автора про сучасний рівень досягнень теорії та практики. На основі цих уявлень студент формулює власні положення. План дипломної чи магістерської роботи може складатися з 2 – 3-х розділів. У теоретичних розділах може бути представлений історичний огляд виникнення, розвитку та пошуку шляхів вирішення певної проблеми. Тут студент звертається до філософських підвалин її становлення та розв'язання, дає чіткі визначення і розкриває сутність понять та категорій, що використовуються в роботі. Емпірична частина роботи, як правило, спрямовується на встановлення кореляційного зв'язку між характеристиками, притаманними об'єктам вивчення. Позитивним є факт формулювання дипломником чи магістрантом власних визначень, опис науково обґрунтованих концептуальних підходів до розв'язання піднятої проблеми. Вибір теми залежить від інтересів студента та спрямованості його на подальшу практичну діяльність у якості викладача вищої школи чи науковця.

У дипломній чи магістерській роботі, що має теоретичне значення, подають відомості про наукове використання результатів досліджень або рекомендації щодо їх використання, а в роботі, що має прикладне значення, – відомості про практичне застосування одержаних результатів або рекомендації щодо їх використання. Якщо студент виступав за результатами свого дослідження на наукових конференціях або має відповідні публікації, то про це зазначають у вступі.

**Кандидатська і докторська дисертації.** Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук є кваліфікаційною науковою працею обсягом основного тексту 4,5 – 7 др. арк. (для суспільних і гуманітарних наук – 6,5 – 9 др. арк.), оформлених відповідно до державного стандарту. Кандидатська дисертація містить отримані автором наукові результати, які в сукупності розв'язують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для певної галузі науки. Кандидатська дисертація може бути подана до захисту лише за однією спеціальністю.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора наук є кваліфікаційною науковою працею обсягом основного тексту 11 – 13 др. арк. (для суспільних і гуманітарних наук – 15 – 17 др. арк.), оформлених відповідно до державного стандарту. Докторська дисертація містить раніше не захищені наукові положення та отримані автором наукові результати, які в сукупності розв'язують важливу наукову або науково-прикладну проблему. Докторська дисертація може бути подана до захисту за однією або за двома спеціальностями однієї галузі науки. Виконання докторського дисертаційного дослідження супроводжується написанням монографії.

Теми дисертацій пов'язуються, як правило, з напрямками науково-дослідних робіт наукових установ і організацій та затверджуються вченими (науково-технічними) радами для кожного здобувача персонально з одночасним призначенням наукового консультанта (докторська дисертація) чи наукового керівника (кандидатська дисертація).

Дисертація, що має прикладне значення, додатково до основного тексту містить відомості та документи, що підтверджують практичне використання отриманих автором результатів (впровадження у виробництво, дослідно-виробнича перевірка, отримання нових кількісних і якісних показників, суттєві переваги запропонованих технологій, зразків продукції, матеріалів тощо), а дисертація, що має фундаментальне значення, – рекомендації щодо використання наукових висновків.

Основні наукові результати дисертації відображають особистий внесок автора в їх досягнення і обов'язково публікуються автором у формі наукових монографій чи статей у наукових (зокрема електронних) фахових виданнях України або інших країн.

До опублікованих праць, які додатково відображають наукові результати дисертації, належать також дипломи на відкриття, патенти і авторські свідоцтва на винаходи, державні стандарти, промислові зразки, алгоритми та програми, що пройшли експертизу на новизну, рукописи праць, депоновані в установах державної системи науково-технічної інформації та анотовані у наукових журналах, брошури, препринти, технологічні частини проектів на будівництво, розширення, реконструкцію та технічне переозброєння підприємств, інформаційні карти на нові матеріали, що внесені до державного банку даних, друковані праці (тези, доповіді, матеріали) наукових конференцій, конгресів, симпозіумів, семінарів тощо.

Кандидатська чи докторська дисертації – це не сума декількох опублікованих статей, а цілий виклад сутності проблеми, методики її розв'язання та отриманих результатів. Претенденти на наукові ступені кандидата чи доктора наук володіють результатами виконаних досліджень за напрямом досліджень, у межах якого сформульована тема кандидатської чи докторської дисертації, формулюють наукову проблему і знаходять способи її розв'язання. Наукова проблема кандидатської і докторської дисертацій відрізняється за глибиною прихованих у ній суперечностей.

### **Запитання**

*\* Чим відрізняється дисертаційне дослідження від звичайного наукового дослідження?*

*\* Що потрібно виносити на захист у дисертаційних дослідженнях?*

### **Завдання**

*\* Перелічіть етапи виконання наукового дослідження.*

*\* Побудуйте алгоритми виконання педагогічних досліджень усіх можливих типів.*

*\* Розкрийте суть кожного з етапів пошуку інформації з проблеми дослідження.*

*\* Назвіть характерні ознаки бакалаврської роботи.*

*\* Назвіть характерні ознаки магістерської роботи.*

*\* Назвіть характерні ознаки кандидатської дисертації.*

*\* Назвіть характерні ознаки докторської дисертації.*

*\* Наведіть приклад суперечності розв'язання педагогічної проблеми.*

## ДОДАТКИ

### 1. Елементи комбінаторики і утворення вибірок.

*Елементи комбінаторики.* Нехай перед дослідником постало завдання впорядкувати групу з 10 учнів, тобто приписати кожному з них порядковий номер від 1 до 10. Як правило, він розташовує їх в алфавітному порядку і приписує їм номери від 1 до 10. Але це не єдиний спосіб упорядкування цієї групи учнів. Насправді зазначене упорядкування він може виконати  $n!$  способами. Якщо кількість можливих способів такого упорядкування позначити символом  $P_n$ , то  $P_n = n!$ . А саме,  $P_n = 1*2*3*4*5*6*7*8*9*10 = 3628800$ . Якщо стоїть вимога, щоб використане упорядкування було випадковим, то з усієї кількості можливих способів дослідник випадково вибирає один, попередньо, скажімо, виготовивши 3628800 жетонів з можливими способами упорядкування і вийнявши з корзини наугад один. Технічна складність таких дій очевидна. Тому, попередньо розташувачи учнів в алфавітному порядку, дослідник, використовуючи таблицю випадкових чисел, приписує кожному з них номер від 1 до 10 і тільки після цього розташовує їх у порядку, що відповідає приписаним їм порядковим номерам. Таке розташування учнів є одним з 3628800 можливих способів їх упорядкування. Упорядкування елементів множини називається перестановкою.

Якщо у групі 10 учнів необхідно вибрати 5 з фіксованим порядковим номером, то кількість можливих способів розв'язання цього завдання визнача-

ється за допомогою співвідношення  $A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$ . Кількість можливих способів утворення упорядкованих вибірок об'ємом  $m$  з сукупності об'ємом  $n$  називають розміщенням. У нашому випадку  $A_n^m = \frac{10!}{5!} = \frac{3628800}{120} = 30240$ .

Якщо нехтувати порядком об'єктів у вибірці, то кількість вибірок об'ємом  $m$  з  $n$  об'єктів обчислюють із співвідношення  $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$  і називають її комбінацією. У нашому випадку  $C_n^m = \frac{10!}{5!5!} = \frac{3628800}{120 \cdot 120} = \frac{3628800}{14400} = 25200$ .

*Обчислення необхідного об'єму вибірки.* У дослідженнях часто постає завдання визначення певної характеристики сукупності на основі обстеження утвореної з неї вибірки. Щоб коректно трансформувати значення обстеженої характеристики на сукупність, потрібно послуговуватись репрезентативною вибіркою певного об'єму. Щоб визначити необхідний об'єм вибірки, необхідно знати стандартне відхилення досліджуваної характеристики у сукупності і задати рівень допустимої похибки перенесення результатів обстеження на сукупність. Значення стандартного відхилення досліджуваної характеристики для сукупності, як правило, не відоме. У такому випадку послуговуються значенням для вибірки і використовують

$$n = \frac{t^2 s^2}{\Delta^2} \text{ (при повторному відборі) і } n = \frac{t^2 s^2 N}{\Delta^2 N + t^2 s^2} \text{ (при безповторному відборі).}$$

У наведених співвідношеннях  $n$  – об'єм вибірки,  $N$  – об'єм сукупності,  $s$  – стандартне відхилення обстежуваної характеристики (у %) у вибірці,  $\Delta$  – граничне відхилення досліджуваної характеристики (у %),  $t$  – параметр, який визначає величину довірчого інтервалу для вибраної ймовірності виходу за межі граничного відхилення.

Нехай  $s = 5\%$ . Якщо задовольнитись похибкою визначення характеристики сукупності у  $1\%$ , то з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Сминов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) для довірчої ймовірності  $\alpha = 0,05$  (тобто для  $p = 0,975$ ) дістаємо  $t = 1,96$ . Як наслідок, для повторно-



го відбору  $n = \frac{1,96^2 * 5^2}{1^2} = \frac{3,84 * 25}{1^2} = 96$ . У випадку безповторного відбору з сукупності об'ємом 500 елементів за тих же умов необхідний об'єм вибірки становить  $n = \frac{1,96^2 * 5^2 * 500}{1^2 * 500 + 1,96^2 * 5^2} = \frac{3,84 * 25 * 500}{1 * 500 + 3,84 * 25} = \frac{48000}{500 + 96} = 81$ .

У випадку визначення частки об'єктів, що володіють певною ознакою, використовують співвідношення  $n = \frac{t^2 w(1-w)}{\Delta^2}$  (при повторному відборі) і

$n = \frac{t^2 w(1-w)N}{\Delta^2 N + t^2 w(1-w)}$  (при безповторному відборі).  $w = \frac{m}{n}$  ( $m$  – кількість об'єктів

у вибірці, що володіють певною ознакою). Якщо в обстеженій вибірці із 100 осіб 20 осіб володіють досліджуваною ознакою, то, щоб визначити об'єм вибірки, необхідний для того, щоб з точністю 2% і довірчою ймовірністю 1% встановити частку осіб у сукупності, які володіють цією ознакою при повторному

відборі, проведемо підрахунок, використовуючи  $n = \frac{2,58^2 * \frac{20}{100} (1 - \frac{20}{100})}{0,02^2} = \frac{6,66 * 0,2 * 0,8}{0,0004} = 2664$ . При безповторному відборі у випадку  $N = 1000$  одержуємо

$$n = \frac{2,58^2 * \frac{20}{100} (1 - \frac{20}{100}) 1000}{0,02^2 * 1000 + 2,58^2 * \frac{20}{100} (1 - \frac{20}{100})} = \frac{6,66 * 0,2 * 0,8 * 1000}{0,0004 * 1000 + 6,66 * 0,2 * 0,8} = \frac{1065,6}{0,4 + 1,0656} = \frac{1065,6}{1,4656} = 727.$$

Значення  $t = 2,58$  взято з таблиці 1.3 для  $\alpha = 0,01$  (тобто для  $p = 0,995$ ). Допустиму граничну похибку взято у дробовому вигляді.

## 2. Перевірка пристрою фіксації.

*Надійність.* Ступінь надійності пристрою фіксації, як правило, визначають за допомогою обчислення коефіцієнта кореляції між двома масивами даних, одержаних залученими до дослідження суб'єктами з певним часовим зсувом. Недоліки такого методу перевірки пристрою обстеження на надійність, пов'язані з ефектами часових змін чи вироблення відповідних умінь, усуваються у випадку поділу пристрою обстеження на частини. Одним із способів такого поділу є утворення груп непарних і парних запитань чи завдань. Пристрій (непарні-парні запитання чи завдання) пропонують  $n$  суб'єктам, вираховують  $r$  для  $a$  (кількість правильних непарних відповідей,

отриманих кожним з  $n$  суб'єктів) і  $b$  (кількість правильних парних відповідей, отриманих кожним з  $n$  суб'єктів).

Нехай необхідно перевірити на надійність пристрій фіксації, що складається з 20 завдань. Його умовно поділили на дві частини (непарну і парну) і запропонували 15 учасникам дослідження. За результатами обстеження підраховували кількість правильних відповідей, одержаних кожним респондентом по кожній частині тесту, різницю між кількостями правильних відповідей та її квадрат, які наводяться у таблиці Д 2.1.

Таблиця Д 2.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a	9	7	6	8	10	8	6	7	9	8	7	6	8	8	7
b	8	7	8	9	9	5	5	9	9	6	9	8	7	9	7
a-b	1	0	-2	-1	1	3	1	-2	0	2	-2	-2	1	-1	0
$(a - b)^2$	1	0	4	1	1	9	1	4	0	4	4	4	1	1	0

Для обчислення коефіцієнта кореляції використовуємо співвідношення  $r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}{n(n^2 - 1)}$ . У нашому випадку  $r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{15} (a_i - b_i)^2}{15(15^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \cdot 35}{15 \cdot 224} = 1 - \frac{210}{3360} = 1 - 0,06 = 0,94$ .

Для того, щоб перевірити пристрій на надійність, потрібно обчислити дисперсії  $\sigma_a$  і  $\sigma_b$ , оскільки у випадку їх рівності рівень надійності пристрою визначається з  $R = \frac{2r}{1+r}$ , а у випадку нерівності – за допомогою співвідношення

$$R = \frac{4\sigma_a\sigma_b r}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2 + 2\sigma_a\sigma_b r}.$$

Щоб обчислити дисперсії, насамперед дані обстеження представимо у таблиці Д 2.2.

Таблиця Д 2.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a	9	7	6	8	10	8	6	7	9	8	7	6	8	8	7
$a - \bar{a}$	1,4	-0,6	-1,6	0,4	2,4	0,4	-1,6	-0,6	1,4	0,4	-0,6	-1,6	0,4	0,4	-0,6
$(a - \bar{a})^2$	1,96	0,36	2,56	0,16	5,76	0,16	2,56	0,36	1,96	0,16	0,36	2,56	0,16	0,16	0,36

Обчислимо середнє арифметичне значення для частини  $A$ , використавши  $\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$ . У нашому випадку  $\bar{a} = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} a_i$ , тобто  $\bar{a} = 7,6$ . Щоб обчислити дисперсію, скористаємось співвідношенням  $s_a^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2 = \frac{1}{15-1} \sum_{i=1}^{15} (a_i - 7,6)^2 = 1,4$ .

Аналогічно обчислюємо дисперсію для частини  $B$ , використавши дані таблиці Д 2.3.

Таблиця Д 2.3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b	8	7	8	9	9	5	5	9	9	6	9	8	7	9	7
$b - \bar{b}$	0,3	-0,7	0,3	1,3	1,3	-2,7	-2,7	1,3	1,3	-1,7	1,3	0,3	-0,7	1,3	-0,7
$(b - \bar{b})^2$	0,09	0,49	0,09	1,69	1,69	7,29	7,29	1,69	1,69	2,89	1,69	0,09	0,49	1,69	0,49

Обчислимо середнє арифметичне значення для частини  $B$ , використавши  $\bar{b} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i$ . У нашому випадку  $\bar{b} = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} b_i$ , тобто  $\bar{b} = 7,7$ . Щоб обчислити дисперсію, скористаємось співвідношенням  $s_b^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (b_i - \bar{b})^2 = \frac{1}{15-1} \sum_{i=1}^{15} (b_i - 7,7)^2 = 2,0$ .

Оскільки  $\sigma_a \neq \sigma_b$ , то для обчислення рівня надійності засобу обстеження використовуємо  $R = \frac{4\sigma_a\sigma_b r}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2 + 2\sigma_a\sigma_b r}$  і одержуємо  $R = \frac{4 \cdot \sqrt{1,4} \cdot \sqrt{2,0} \cdot 0,94}{1,4 + 2,0 + 2 \cdot \sqrt{1,4} \cdot \sqrt{2,0} \cdot 0,94} =$

$\frac{4 \cdot 1,18 \cdot 1,41 \cdot 0,94}{1,4 + 2,0 + 2 \cdot 1,18 \cdot 1,41 \cdot 0,94} = \frac{6,26}{6,53} = 0,96$ . Оскільки  $R_{max} = 1$ , то є підстави вважати діагностований засіб обстеження достатньо надійним.

Для обчислення надійності засобу обстеження у цьому випадку можна скористатися також формулою  $R = 1 - \frac{\sigma_{\Delta}^2}{\sigma^2}$ , де  $\sigma_{\Delta}^2$  – дисперсія різниць правильних відповідей між двома половинами пристрою для кожного респондента, а  $\sigma^2$  – дисперсія правильних відповідей по всьому засобу. Насамперед занесемо необхідні дані у таблицю Д 2.4.

Таблиця Д 2.4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$a$	9	7	6	8	10	8	6	7	9	8	7	6	8	8	7
$b$	8	7	8	9	9	5	5	9	9	6	9	8	7	9	7
$ a - b $	1	0	2	1	1	3	1	2	0	2	2	2	1	1	0
$(a - b) - \overline{a - b}$	-0,3	-1,3	0,7	-0,3	-0,3	1,7	-0,3	0,7	-1,3	0,7	0,7	0,7	-0,3	-0,3	-1,3
$((a - b) - \overline{a - b})^2$	0,0	1,6	0,4	0,0	0,0	2,8	0,0	0,4	1,6	0,4	0,4	0,4	0,0	0,0	1,6
$a + b$	17	14	14	17	19	13	11	16	18	14	16	14	15	17	14
$(a + b) - \overline{a + b}$	1,7	-1,3	-1,3	1,7	3,7	-2,3	-4,3	0,7	2,7	-1,3	0,7	-1,3	-0,3	1,7	-1,3
$((a + b) - \overline{a + b})^2$	2,8	1,6	1,6	2,8	13,69	5,29	18,49	0,49	7,29	1,69	0,49	1,69	0,09	2,89	1,69

Використовуючи дані таблиці Д 2.4, обчислимо, нехтуючи знаком,  $\overline{a - b} = 1,3$  і  $\overline{a + b} = 15,3$ . Після цього  $s_{\Delta}^2 = 0,78$  і  $s_{a+b}^2 = 4,5$ . Отже,  $R = 1 - \frac{0,78}{4,5} = 0,83$ .

Одержані значення  $R$  не співпадають, проте це не викликає сумніву щодо надійності діагностованого засобу обстеження.

Використовуючи наведені вище дані і приймаючи, що завдання засобу обстеження приблизно однакової складності, для оцінки його надійності  $R$  за

результатами випробувань із залученням  $n$  суб'єктів можна також застосувати формулу  $R = \frac{k}{k-1} \cdot \left(1 - \frac{m(k-m)}{ks^2}\right)$ , де  $k$  – кількість тестових завдань;  $m$  – середнє значення тестового показника (кількості правильних відповідей для  $n$  суб'єктів);  $s^2$  – дисперсія тестових показників. У нашому випадку  $R = \frac{20}{19} \left(1 - \frac{15,3(20-15,3)}{20 \cdot 4,5}\right) = 0,21$ . Оскільки одержане значення суттєво відрізняється від попередніх, то припущення щодо приблизно однакової складності завдань засобу обстеження було помилковим. До речі, такого висновку можна дійти, уважно проаналізувавши дані таблиці Д 2.4, зокрема ті, що стосуються шостого респондента і т.д. Як наслідок, використання останнього способу перевірки засобу обстеження на надійність вимагає попереднього аналізу його завдань на однорідність щодо складності.

*Індекси складності і легкості завдання.* Щоб визначити, наскільки складним виявилось те чи інше завдання засобу обстеження, користуються співвідношенням  $I_d = 100 \left(1 - \frac{N_n}{N}\right)$ , де  $N_n$  – кількість респондентів, які правильно розв'язали завдання,  $N$  – загальна кількість респондентів. Нехай з 100 респондентів 90 справилися з аналізованим завданням засобу обстеження. Тоді  $I_d = 100 \left(1 - \frac{90}{100}\right) = 10$ . Не важко побачити, що якщо б усі респонденти справилися з завданням, то його  $I_d = 0$ , а якщо б усі респонденти не справилися з ним, то його  $I_d = 100$ . Якщо оперувати кількістю респондентів, які не справилися з завданням, то необхідно послуговуватися індексом його легкості. У нашому випадку 10 респондентів не розв'язали завдання, отже,  $I_e = 100 \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 90$ . Відповідно, якщо усі респонденти не справляються з завданням, то його  $I_e = 0$ , якщо усі респонденти справляються з ним, то його  $I_e = 100$ . Зазначене справедливе для завдань відкритого типу.

У засобах обстеження з завданнями закритого типу необхідно враховувати випадковий успіх. Як наслідок, для визначення індексу складності корис-

туються співвідношенням  $I_d = 100 \left(1 - \frac{N_n - \frac{N_m}{m-1}}{N}\right)$ , де  $N_m$

– кількість респондентів, які не розв’язали завдання,  $N_n$  – кількість респондентів, які правильно розв’язали завдання,  $N$  – загальна кількість респондентів,  $m$  – кількість варіантів відповіді. Нехай із 100 респондентів 80 справилися з завданням, а 20 його не розв’язали, і до завдання пропонується 5 варіантів відповіді. Тоді  $I_d = 100 \left(1 - \frac{80 - \frac{20}{5-1}}{100}\right) = 25$ . Якщо через  $N_n$  позначити кількість респондентів, які не розв’язали завдання, а через  $N_m$  – кількість респондентів, які розв’язали завдання, то аналогічно можна обчислити індекс легкості завдання  $I_e$ .

У процесі розроблення засобу обстеження такій перевірці піддають усі його елементи. Звісно, вибірка, з залученням якої здійснюється така перевірка, має бути репрезентативною.

*Коефіцієнт дискримінації.* Розробляючи засіб обстеження, а саме, добираючи його завдання, дослідник виходить також з того, що те завдання варто включити, з яким справляються у цілому більш успішні респонденти і не справляються менш успішні. Зазначена логіка матеріалізується шляхом обчислення коефіцієнтів дискримінації завдань засобу обстеження. Нехай у процесі випробування засобу обстеження одержано дані, представлені у таблиці Д 2.5. Римськими цифрами позначено завдання засобу, літерами – учасників обстеження, арабськими цифрами – бали респондентів.

Таблиця Д 2.5

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	$\Sigma$
А	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7
Б	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	5
В	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	6
Г	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	7
Д	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6

Е	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	6
Є	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	7
Ж	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	6
З	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	6
И	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6

Використовуючи формулу  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ , одержуємо  $\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = \frac{1}{10} (7 + 5 + 6 + 7 + 6 + 6 + 7 + 6 + 6 + 6) = 6,2$ . Обчислимо тепер середнє арифметичне значення оцінок респондентів, які правильно розв'язали, скажімо, восьме завдання:  $\bar{x}_{VIII} = \frac{1}{6} (7 + 5 + 6 + 6 + 6 + 6) = 6$ . Використовуючи

співвідношення  $\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ , обчислюємо середнє квадратичне відхилення оцінок для вибірки у цілому і одержуємо

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - 6,2)^2}{10-1}} = \frac{1}{3} \sqrt{(0,64 + 1,44 + 0,04 + 0,64 + 0,04 + 0,04 + 0,64 +$$

$0,04 + 0,04 + 0,04) = \frac{1}{3} \sqrt{3,6} = 0,63$ . Використавши співвідношення  $r =$

$$\frac{\bar{x}_n - \bar{x}}{\sigma_x} \sqrt{\frac{N_n}{N - N_n}}$$

, де  $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення для всіх індивідуальних оцінок по тесту,  $\bar{x}_n$  – середнє арифметичне значення для оцінок по тесту у респондентів, які правильно виконали n-не завдання,  $\sigma_x$  – середнє квадратичне відхилення оцінок по тесту для вибірки,  $N_n$  – кількість респондентів, які правильно розв'язали n-не завдання,  $N$  – загальна кількість респондентів, у нашому випадку одержуємо  $r = \frac{6-6,2}{0,63} \sqrt{\frac{6}{10-6}} = -0,39$ .

Обчислимо тепер середнє арифметичне значення оцінок респондентів, які правильно розв'язали, скажімо, четверте завдання:  $\bar{x}_{IV} = \frac{1}{6} (7 + 7 + 6 + 6 + 7 + 6) = 6,5$ . Використовуючи попередні дані і одержаний результат, обчис-

люємо коефіцієнт дискримінації для четвертого завдання  $r = \frac{6,5-6,2}{0,63} \sqrt{\frac{6}{10-6}} = 0,58$ .

Порівнявши два значення коефіцієнта дискримінації, робимо висновок про те, що четверте завдання доцільно залишити у засобі обстеження, а восьме необхідно вилучити з нього. Чим більшого додатного значення набуває цей коефіцієнт, тим більше відповідне завдання претендує на те, щоб бути включеним до засобу обстеження. До речі, висновок про те, що восьме завдання не є вдалим, можна зробити, уважно розгледівши таблицю Д 2.5, з якої видно, що респондент, який набрав найменшу кількість балів у цілому, справився з цим завданням, а два респонденти, які набрали найбільшу кількість балів по тесту в цілому, з цим завданням не справилися. Якісний аналіз виконання четвертого завдання спонукає зробити протилежний висновок.

Використане вище співвідношення придатне у тому випадку, коли всі респонденти дали відповіді на всі субтести. За наявності пропусків користуються співвідношенням  $r = \frac{\bar{x}_n - \bar{x}_d}{\sigma_{xd}} \sqrt{\frac{N_n}{N_d - N_n}}$ , де  $\bar{x}_d$  – середнє арифметичне значення індивідуальних оцінок респондентів, які виконували дане завдання,  $\sigma_{xd}$  – середнє квадратичне відхилення індивідуальних оцінок респондентів, які виконували дане завдання,  $N_d$  – загальна кількість респондентів, які виконували дане завдання,  $N_n$  – кількість респондентів, які правильно виконали дане завдання,  $\bar{x}_n$  – середнє арифметичне значення оцінок обстежуваних, які правильно виконали дане завдання.

Проілюструємо сказане наведеними нижче обчисленнями. Нехай у процесі випробування засобу обстеження одержано дані, представлені у таблиці Д 2.6.

Таблиця Д 2.6.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
А	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7
Б	0	0	1	0	1	1	1	1	-	0	5



В	1	-	0	0	1	0	1	1	1	0	5
Г	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	7
Д	1	1	-	1	0	0	1	1	0	1	6
Е	0	0	1	-	1	1	0	0	1	1	5
Є	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	7
Ж	1	1	0	0	1	-	1	0	1	0	5
З	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	6
И	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6

Обчислимо коефіцієнт дискримінації для другого завдання.  $\bar{x}_n = 6,2$ ,  $\bar{x}_d = 6$ .  $\sigma_{xd} = 0,87$ . Оскільки  $N_d = 9$ , а  $N_n = 5$ , то  $r = \frac{6,2-6}{0,87} \sqrt{\frac{5}{9-5}} = 0,26$ .

Коефіцієнт дискримінації можна визначити і методом контрастних груп. Для цього після обстеження членів репрезентативної вибірки ділять щонайменше на дві групи і користуються співвідношенням  $r = \frac{N_{n \max}}{N_{\max}} - \frac{N_{n \min}}{N_{\min}}$ ,

де  $N_{\max}$  – об'єм групи з найбільшим показником по тесту в цілому,  $N_{\min}$  – об'єм групи з найменшим показником по тесту в цілому,  $N_{n \max}$  – кількість респондентів у max-групі, які справились з даним завданням,  $N_{n \min}$  – кількість респондентів у min-групі, які справились з даним завданням. Використаємо дані таблиці Д 2.5 і обчислимо коефіцієнт дискримінації для третього завдання. З зазначеної таблиці підраховуємо  $N_{\max} = 3$ ;  $N_{\min} = 1$ ;  $N_{n \max} = 3$ ;  $N_{n \min} = 1$  і обчислюємо  $r = \frac{3}{3} - \frac{1}{1} = 0$ . Якісний аналіз третього завдання свідчить, що ситуація цілком не визначена: усі успішні респонденти справилися з цим завданням (що цілком логічно), у той час як усі неуспішні респонденти теж з ним справилися (що цілком нелогічно).

**3. Деякі показники, що використовуються в емпіричних дослідженнях.** У педагогічних дослідженнях здебільшого фіксують рівень знань та умінь і роблять це шляхом використання контрольних робіт та тестування їхніх навчальних досягнень. Як правило, до таких обстежень вдаються з метою констатування наявного рівня знань та умінь до масштабного впливу дослід-

ника на освітній процес і після його завершення. При цьому зберігають свою актуальність характеристики педагогічного впливу у процесі виконання дослідження.

*Коефіцієнт засвоєння навчального матеріалу.* Нехай на уроці історії учням повідомлено 10 історичних фактів ( $I_n$ ). Під час опитування встановлено, що учень А засвоїв 8 з повідомлених фактів ( $I_3$ ). Оперуючи цими значеннями, можемо обчислити коефіцієнт засвоєння навчального матеріалу  $k_3 = I_3 / I_n = 8 / 10 = 0,8$ .

*Швидкість засвоєння навчального матеріалу.* Якщо на засвоєння цих фактів учень Б витратив 16 хв., то його швидкість засвоєння навчального матеріалу становить  $v_3 = I_3 / T_3 = 8 / 16 = 0,5$ . Цей показник показує, скільки одиниць знань засвоюється за одиницю часу (у нашому випадку за 1 хв.).

*Темп засвоєння навчального матеріалу* обчислюється із  $t_3 = \frac{T_3}{k_3} = \frac{16}{0,8} = 20$ . Зазначений показник показує, скільки часу потрібно учню Б для опанування однією відносною одиницею засвоєних знань.

*Коефіцієнт міцності засвоєних знань.* Якщо через місяць після вивчення 10 історичних фактів учень С зберіг у пам'яті 6 ( $I_t$ ), то  $k_m = I_t / I_n = 6 / 10 = 0,6$ . Зазначений показник завжди прив'язаний до довільно вибраного проміжку часу.

*Рівень трудових умінь* учнів визначають, користуючись співвідношенням  $K = (N_n k / N_\phi) + O_\phi / O_m$ , де  $N_n$  – запланований час на виготовлення виробу,  $N_\phi$  – фактичний час виготовлення виробу,  $O_\phi$  – фактична оцінка якості виготовленого виробу,  $O_m$  – максимальна оцінка якості трудової діяльності,  $k$  – певний коефіцієнт. Нехай на виготовлення виробу відводиться 45 хв. Максимальна оцінка за його виготовлення становить 12 балів. Учень Д витратив на виготовлення цього виробу 60 хв. і одержав за нього 9 балів. Якщо прийняти, що в необхідних трудових уміннях однаково важать як швидкість трудових операцій, так і їхня досконалість (тобто  $k = 1$ ), то  $K = 60 / 45 + 9 / 12 = 4 / 3 + 3 / 4 = 2 \frac{1}{12}$ .

В обстеженні знань технології виготовлення вибору респонденту пропонують завдання і набір способів його розв'язання, які потрібно розмістити у правильному порядку. Для оцінки правильності відповіді для кожного пункту технології розв'язання завдання шукають різницю між його істинним місцем і наданим йому респондентом, підносять цю різницю до квадрату, додають усі квадрати різниць і добувають квадратний корінь з отриманої суми. Останній результат використовують в якості набраного респондентом бала. Нехай для виготовлення виробу необхідно виконати 5 технологічних операцій, поданих у таблиці Д.3.1.

Таблиця Д 3.1

Назва операції	А	Б	В	Г	Д
Порядковий номер операції	1	2	3	4	5
Порядок операцій, запропонованих респондентом	1	4	2	5	3
Різниця порядкових номерів	0	-2	1	-1	2
Квадрат різниці порядкових номерів	0	4	1	1	4

Таким чином, знання технології виготовлення виробу респондентом можна оцінити як  $\sqrt{10} = 3,2$ .

Зауважимо, що описаний підхід можна використати в обстеженні знань технології (послідовності) розв'язання будь-яких завдань.

*Коефіцієнт інтелекту.* В обстеженні рівня інтелектуального розвитку індивідів користуються переважно тестами інтелекту, оперуючи при цьому коефіцієнтом інтелекту, який математично виражається як  $IQ = \frac{A_m}{A_{ch}} \times 100$ , де  $A_m$  – розумовий вік респондента,  $A_{ch}$  – істинний вік респондента. Розробляючи тест інтелекту для, скажімо, для індивідів десятирічного віку, розробник цим

самим закладає у наведене вище співвідношення  $A_{ch} = 10$ . Добираючи завдання тесту, він включає у нього, скажімо, по 10 завдань, з якими повністю справилися члени репрезентативної вибірки віком 8-ми, 9-ти, 10-ти, 11-ти, 12-ти, 13-ти, 14-ти, 15-ти, 16-ти, 17-ти років. Далі розробник тесту приймає, що, якщо респондент  $A$  дав правильні відповіді на 40 пунктів тесту, то він розв'язав усі завдання для 8-ми, 9-ти, 10-ти і 11-ти річних індивідів. Тобто, його розумовий рік  $A_m = 11$ . Отже, його  $IQ = \frac{11}{10} \times 100 = 110$ . У наведеному співвідношенні можна оперувати не віком респондентів, а нормованою та фактичною кількостями правильних відповідей на пункти тесту. До того ж, завдань для кожної вікової групи можна добирати, скажімо, по 12. Тоді індивід, якому щойно виповнилося 10 років нормовано має розв'язати 36 завдань. Якщо він розв'язав 54 завдання, то його  $IQ = \frac{54}{36} \times 100 = 150$ .

У дослідженні освітніх проблем не рідко об'єктом вивчення слугує не окремий індивід, а їх група. У такому випадку послуговуються такими характеристиками як індекс згуртованості групи та соціометричний статус члена групи. Нехай групі з 10 осіб запропонували висловити своє позитивне чи негативне ставлення до усіх її членів. Одержані дані представлені у таблиці Д 3.2. Знаком (+) позначено позитивне ставлення, знаком (–) – негативне.

Таблиця Д 3.2

	А	Б	В	Г	Д	Е	Є	Ж	З	И
А	Х	–	+	+	+	–	+	+	–	+
Б	–	Х	–	+	+	+	–	+	+	+
В	+	–	Х	+	+	+	+	–	+	–
Г	–	+	+	Х	+	–	+	+	+	+
Д	+	+	–	–	Х	+	+	–	+	+
Е	+	–	+	+	–	Х	–	+	+	–
Є	+	–	+	+	+	–	Х	–	+	–
Ж	–	+	–	+	+	+	+	Х	–	+
З	–	+	+	–	–	–	+	+	Х	+
И	+	–	–	+	+	–	+	+	–	Х

*Індекс згуртованості групи.* Використовуючи дані таблиці Д 3.2, порахуємо загальну кількість взаємно позитивних виборів  $I_{\text{п}} = 20$  і загальну кількість взаємно негативних виборів  $I_{\text{н}} = 8$ . Загальна кількість взаємних виборів становить  $n(n-1)$ , де  $n$  – чисельність групи. З врахуванням одержаних даних обчислюємо індекс згуртованості групи  $\beta = \frac{I_{\text{п}} + 2I_{\text{н}}}{n(n-1)} = \frac{20+8}{10(10-1)} = \frac{28}{90} = 0,31$ .

*Соціометричний статус.* Порахуємо тепер кількості позитивних і негативних виборів, отриманих респондентом А:  $i_{\text{п}} = 5$ ;  $i_{\text{н}} = 4$ . З врахуванням зазначеного обчислимо соціометричний статус респондента А:  $\gamma = \frac{i_{\text{п}} + i_{\text{н}}}{n-1} = \frac{5+(-4)}{10-1} = \frac{1}{9}$ , де  $n$  – чисельність групи.

Використовуючи дані таблиці Д 3.2, можна обчислити й інші характеристики групи та її членів.

#### **4. Похибки обстежень.**

*Абсолютна і відносна похибки.* Абсолютну похибку засобу обстеження обчислюють, віднімаючи від значення досліджуваної характеристики, одержаного у процесі обстеження, її точне значення. Проблема в тому, що дослідник не знає точного значення досліджуваної характеристики. Як наслідок, він порівнює одержане значення із значенням, одержаним за допомогою “ідеального” засобу обстеження. Якщо  $x$  – точне значення характеристики  $X$ ,  $\tilde{x}$  – її наближене значення, то абсолютна похибка засобу обстеження обчислюється із співвідношення  $\varepsilon = |\tilde{x} - x|$ . Якщо температуру у класі виміряли за допомогою “ідеального” термометра і одержали  $20^{\circ}\text{C}$ , а потім її виміряли з використанням звичайного термометра і одержали  $20,2^{\circ}\text{C}$ , то абсолютна похибка такого засобу обстеження становить  $\varepsilon = |20,2 - 20| = 0,2^{\circ}\text{C}$ . Порівняння показів засобу обстеження з показами “ідеального” засобу обстеження називається його перевіркою. Якщо покази звичайного засобу обстеження відрізняються від показів “ідеального” засобу обстеження на однакову величину у різних температурних інтервалах, то ведуть мову про постійне значення абсолютної

похибки термометра. У випадку різних значень у різних температурних інтервалах обчислюють середнє значення абсолютної похибки засобу обстеження. Різницю між показами звичайного та “ідеального” засобів обстеження, взяту з протилежним знаком, називають його поправкою; у процесі обстеження її додають до одержаних показів. У нашому випадку  $\Delta t = -0,2^\circ\text{C}$ . Отже, вимірявши температуру повітря у спортивному залі і одержавши  $19,8^\circ\text{C}$ , у кінцевому результаті записуємо  $t = 19,6^\circ\text{C}$ .

При маркуванні засобу обстеження серед інших паспортних даних вказують клас його точності, або відносну похибку, з якою з його допомогою можна виконати обстеження. Помноживши задану відносну похибку на одержане значення досліджуваної характеристики, одержують абсолютну похибку обстеження:  $\varepsilon \approx \delta \cdot \tilde{x}$ . Зокрема, якщо дослідник вимірює температуру у класі термометром з  $\delta = 0,01$  і одержує при цьому значення  $20^\circ\text{C}$ , то він виконує зазначене обстеження з абсолютною похибкою  $\varepsilon = 0,2^\circ\text{C}$ . Якщо цим самим термометром виміряли температуру і одержали  $25^\circ\text{C}$ , то при цьому абсолютна похибка засобу обстеження зростає до  $0,25^\circ\text{C}$ . Цей факт породжує дилему стосовно константності абсолютної і відносної похибок у процесі конструювання засобів обстеження.

Усе вище зазначене справедливе стосовно обстеження і використовуваного засобу обстеження, якщо його коректно використовувати. У протилежному випадку похибка обстеження суттєво відрізнятиметься від похибки, конструктивно закладеної у засобі обстеження.

*Обчислення абсолютної і відносної похибок непрямих вимірювань.* У випадку непрямих вимірювань для того, щоб одержати значення шуканої величини, з одержаними емпірично значеннями проводять певні математичні маніпуляції. Нехай потрібно визначити площу класної кімнати. Для цього вимірюємо її довжину  $a = 8,75$  м і ширину  $b = 5,25$  м і користуємось співвідношенням  $S = a \cdot b = 8,75 \cdot 5,25 \approx 45,9(\text{м}^2)$ . Відомо, що довжину і ширину класу вимірювали з абсолютною похибкою  $\varepsilon = 0,01$  м. З якою абсолютною похи-

бкою у цьому випадку визначено площу класу? Щоб дати відповідь на поставлене запитання, скористаємось виразом  $\varepsilon_S = a \cdot \varepsilon_b + b \cdot \varepsilon_a = 8,75 \cdot 0,01 + 5,25 \cdot 0,01 = 0,01(8,75+5,25) = 0,01 \cdot 13 \approx 0,1(\text{м}^2)$ . Щоб знайти відносну похибку визначення площі класу, використовуємо співвідношення  $\delta_S = \frac{\varepsilon_a}{a} + \frac{\varepsilon_b}{b} = \frac{0,01}{8,75} + \frac{0,01}{5,25} \approx 0,003$  або 0,3%.

*Операції з наближеними значеннями.* Якщо значення досліджуваної величини визначається шляхом непрямих вимірювань, до досліднику доводиться здійснювати певні математичні операції з результатами прямих вимірювань. При цьому необхідно дотримуватись правил виконання математичних операцій з наближеними числами, в основі яких знаходиться поняття значущої цифри. Значущою цифрою наближеного числа називається будь-яка цифра в його десятковому представленні, відмінна від нуля і нуль, якщо він знаходиться між значущими цифрами або є представником збереженого десяткового розряду. При виконанні математичних операцій з наближеними числами у результаті залишають стільки значущих цифр, скільки їх було у числі з найменшою кількістю. При цьому дослідник керується також правилами заокруглення наближених чисел.

Оскільки у вимірюванні довжини і ширини класної кімнати використано три значущі цифри, то в результаті операції з вихідними даними залишаємо теж три значущі цифри. До того ж, треті значущі цифри є сумнівними. Такі ж міркування використано при обчисленні абсолютної і відносної похибок визначення площі класної кімнати.

*Точкова, інтервальна та довірчо-інтервальна оцінка.* Якщо дослідник коректно (похибка обстеження практично визначається похибкою засобу обстеження) використовує засіб обстеження, для якого відоме значення абсолютної похибки, то в остаточному результаті він вносить поправку до одержаного емпіричного значення, цим самим послуговуючись точковою оцінкою досліджуваної характеристики об'єкта вивчення.

Якщо умови виконання обстеження накладають певний відбиток на його точність, але похибка в основному визначається похибкою засобу обстеження (яка відома досліднику), то він використовує значення абсолютної похибки засобу обстеження у якості граничних меж, в яких знаходиться істинне значення досліджуваної характеристики:  $\tilde{x} - \varepsilon \leq x \leq \tilde{x} + \varepsilon$ . Користуючись терезами з граничною похибкою 5 г, дослідник, зваживши лікарські трави, які зібрав учень А, і одержавши значення  $\tilde{x} = 345$  г, запише:  $345 - 5 \leq x \leq 345 + 5$ , тобто істинне значення маси зібраних учнем лікарських трав не менше 340 г і не більше 350 г.

Якщо дослідник не володіє інформацією щодо граничної похибки засобу обстеження або похибка обстеження суттєво визначається його умовами, він виконує обстеження декілька разів, знаходить середнє арифметичне значення з одержаних результатів, обчислює їх стандартне відхилення і використовує інтервальну оцінку досліджуваної характеристики:  $\bar{x} - \frac{S}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{x} + \frac{S}{\sqrt{n}}$

Вираз  $\frac{S}{\sqrt{n}}$  є похибкою середнього арифметичного значення досліджуваної характеристики. Нехай дослідник, обстежуючи рівень інтелектуального розвитку респондента, одержав такі значення  $IQ_1 = 137$ ,  $IQ_2 = 142$ ,  $IQ_3 = 132$ . Використовуючи одержані емпіричні дані, він обчислює середнє арифметичне значення  $\overline{IQ} = \frac{1}{3}(137+142+132) = 137$ . Щоб обчислити стандартне відхилення,

використовуємо: 
$$S_{IQ} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (IQ_i - \overline{IQ})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(137-137)^2 + (142-137)^2 + (132-137)^2}{3-1}} =$$

$\sqrt{\frac{0+25+25}{2}} = 5$ . З врахуванням одержаного записуємо:  $137 - \frac{5}{\sqrt{3}} \leq IQ \leq 137 +$

$\frac{5}{\sqrt{3}}$  тобто істинне значення рівня інтелектуального розвитку респондента знаходиться у межах:  $134,1 \leq IQ \leq 139,8$ .

Нехай з сукупності десятикласників відібрали три учні і зафіксували рівень їхнього інтелектуального розвитку:  $IQ_1 = 137$ ,  $IQ_2 = 142$ ,  $IQ_3 = 132$ . Середнє значення одержаних результатів 137. Дослідник переконаний, що як-



що обстежити усіх десятикласників, то середнє значення рівня їхнього інтелектуального розвитку знаходитиметься у проміжку, утвореному довкола 137. Щоб утворити межі цього інтервалу, він, як і в попередньому випадку, обчислює похибку середнього арифметичного. Але він не зупиняється на цьому. Його цікавить, з якою ймовірністю середнє арифметичне значення сукупності знаходиться в утвореному ним інтервалі. Задавши наперед ймовірність, яка його задовольняє, він цим самим впливає на межі зазначеного інтервалу:  $\bar{x} -$

$$t(\alpha, k) \frac{S}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{x} + t(\alpha, k) \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Записане вище співвідношення справедливе у тих випадках, коли кількість обстежень не перевищує 10. Виписавши з таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.)

$$t_{n-1, 1-\alpha/2} = 4,3 \quad (n = 3; \alpha = 95\%), \text{ одержуємо } 137 - 4,30 \cdot \frac{5}{\sqrt{3}} \leq IQ \leq 137 + 4,30 \cdot \frac{5}{\sqrt{3}}. \text{ Отже, } 125 \leq IQ \leq 149.$$

Для загального випадку межі довірчого інтервалу записують у вигляді:  $\bar{x} - z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ . У тих випадках, коли  $\sigma_x$  невідоме, для обчислення меж довірчого інтервалу користуються співвідношенням:  $\bar{x} - t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{S_x}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{S_x}{\sqrt{n}}$ .

**5. Міри центральної тенденції і мінливості.** Нехай за результатами обстеження навчальних досягнень групи учнів одержали результати, представлені у таблиці Д 5.1.

Таблиця Д 5.1

А	Б	В	Г	Д	Е	Є	Ж	З	И
97	85	92	93	81	76	81	79	90	94

*Міри центральної тенденції.* Упорядкуємо одержаний ряд значень навчальних досягнень учнів від найменшого до найбільшого значення, як показано у таблиці Д 5.2.

Таблиця Д 5.2

76	79	81	81	85	90	92	93	94	97
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

З таблиці Д 5.2 видно, що у масиві даних найчастіше зустрічається значення  $x = 81$ . Це значення рівня навчальних досягнень називають модою і записують  $Mod_x = 81$ . Щоб визначити медіану масиву даних, знаходять середнє арифметичне для двох серединних значень:  $Md_x = \frac{x_5+x_6}{2} = \frac{85+90}{2} = 87,5 \approx 88$ .

Якщо у масиві даних непарна кількість, то медіана відповідає значенню, якого набуває серединний елемент масиву. Обчислимо середнє арифметичне значення наведеного масиву даних:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = \frac{1}{10} (76 + 79 + 81 + 81 + 85 + 90 + 92 + 93 + 94 + 97) = 86,8 \approx 87$ . Середнє геометричне значення

цього масиву даних обчислимо, використовуючи  $x_{gm} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} = \sqrt[10]{\prod_{i=1}^{10} x_i} = \sqrt[10]{76 \cdot 79 \cdot 81 \cdot 81 \cdot 85 \cdot 90 \cdot 92 \cdot 93 \cdot 94 \cdot 97} = 86,5 \approx 87$ . Середнє

гармонічне значення одержаного масиву даних обчислюємо, використовуючи:

$$x_{hm} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}} = \frac{10}{\sum_{i=1}^{10} \frac{1}{x_i}} = \frac{10}{\frac{1}{76} + \frac{1}{79} + \frac{1}{81} + \frac{1}{81} + \frac{1}{85} + \frac{1}{90} + \frac{1}{92} + \frac{1}{93} + \frac{1}{94} + \frac{1}{97}} = \frac{10}{0,12} = 83,3 \approx 83.$$

Інтегральну ефективність масиву даних обчислюють, використовуючи співвідношення  $E_x = \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^{10} x_i = 868 \approx 87 \cdot 10^1$ . Процентільний ранг

для  $x = 85$  обчислюємо, використовуючи  $Pr_{x=85} = \frac{a+b}{n} 100 = \frac{4+1}{10} 100 = 50\%$ , де  $a$  – кількість суб'єктів, які мають показник, нижчий за даний ( $x = 85$ ),  $b$  – кількість суб'єктів, які мають даний показник ( $x = 85$ ),  $n$  – загальна кількість суб'єктів.

*Міри мінливості.* Щоб обчислити розмах масиву даних, скористаємось співвідношенням  $R = x_{max} - x_{min}$  і одержимо  $R_x = 97 - 76 = 21$ . Знаючи розмах і середнє арифметичне масиву даних, можна обчислити коефіцієнт осци-

ляції:  $V_R = \frac{R}{\bar{x}} 100\% = \frac{21}{87} 100\% = 24\%$ . Для обчислення абсолютного відхилення скористаємось співвідношенням  $d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} |x_i - 87| = \frac{1}{10} (11 + 8 + 6 + 6 + 2 + 3 + 5 + 6 + 7 + 10) = 6,4$ . Поділивши значення абсолютного відхилення на значення середнього арифметичного масиву даних, одержуємо значення лінійного коефіцієнта варіації:  $V_d = \frac{d}{\bar{x}} 100\% = \frac{6,4}{87} 100\% = 7,4\%$ . Дисперсію масиву даних обчислимо, використовуючи співвідношення  $s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - 87)^2 = \frac{1}{9} (121 + 64 + 36 + 36 + 4 + 9 + 25 + 36 + 49 + 100) = 53,3 \approx 53$ . Щоб обчислити стандартне відхилення масиву даних, добудемо квадратний корінь із значення дисперсії, тобто  $s_x = \sqrt{s_x^2} = \sqrt{53} = 7,3$ . Поділивши значення стандартного відхилення на середнє арифметичне значення масиву даних, одержуємо значення коефіцієнта варіації:  $CV = \frac{s_x}{\bar{x}} 100\% = \frac{7,3}{87} 100\% = 8,4\%$ .

*Порівняння двох груп.* При порівнянні експериментальної та контрольної груп, крім мір центральної тенденції та мінливості, часто використовують таку характеристику як ефективний розмір. Обчислюючи ефективний розмір, користуються співвідношенням  $ES = \frac{\bar{x}_e - \bar{x}_c}{s_c}$ , де  $\bar{x}_e$  – середнє значення для експериментальної групи,  $\bar{x}_c$  – середнє значення для контрольної групи,  $s_c$  – стандартне відхилення в контрольній групі. Якщо дані навчальних досягнень, подані у таблиці Д5.1, що стосуються контрольної групи, доповнити даними, представленими у таблиці Д 5.3, що стосуються учнів експериментальної групи, то можна обчислити ефективний розмір, який відображає міру впливу експериментального фактора в одиницях стандартного відхилення у контрольній групі.

Таблиця Д 5.3

І	Ї	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

83	79	91	93	88	98	90	91	87	77
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Використовуючи дані таблиці Д 5.3, обчислимо  $\bar{x}_e = \frac{1}{10}(83 + 79 + 91 + 93 + 88 + 98 + 90 + 91 + 87 + 77) = 87,7 \approx 88$ . Тоді  $ES = 88 - 87,7 = 0,14$ .

Якщо приріст досліджуваної характеристики в експериментальній групі порівнюється з таким у контрольній групі, то  $ES = \frac{\overline{(x_2 - x_1)}_e - \overline{(x_2 - x_1)}_c}{s_{(x_2 - x_1)}_c}$ , де  $\overline{(x_2 - x_1)}$  – середнє арифметичне приросту характеристики  $X$ ,  $s_{(x_2 - x_1)}_c$  – стандартне відхилення приросту характеристики  $X$  у контрольній групі.

Використаємо дані таблиць Д 5.1 і Д 5.3 та доповнимо їх даними, які відображають рівень навчальних досягнень цих же учнів до початку формувального експерименту. Подамо ці дані у таблиці Д 5.4.

Таблиця Д 5.4

А	Б	В	Г	Д	Е	Є	Ж	З	И
95	86	89	79	86	76	77	73	84	91
97	85	92	93	81	76	81	79	90	94
2	-1	3	14	-5	0	4	6	6	3
-1,2	-4,2	-0,2	10,8	-8,2	-3,2	0,8	2,8	2,8	-0,2
1,44	17,64	0,04	116,64	67,24	10,24	0,64	7,84	7,84	0,04
І	Ї	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р
79	81	88	76	81	84	82	80	86	78
83	79	91	93	88	98	90	91	87	77
4	-2	3	17	7	14	8	11	1	-1

Використовуючи дані таблиці Д 5.4, обчислюємо  $\overline{(x_2 - x_1)}_e = \frac{1}{10}(4 - 2 + 3 + 17 + 7 + 14 + 8 + 11 + 1 - 1) = 6,2$ .  $\overline{(x_2 - x_1)}_c = \frac{1}{10}(2 - 1 + 3 + 14 - 5 + 0 + 4 + 6 + 6 + 3) = 3,2$ .

$$S_{(x_2-x_1)_c} = \sqrt{\frac{1,44+17,64+0,04+116,64+67,24+10,24+0,64+7,84+7,84+0,04}{10-1}} = 5,1. \text{ Отже,}$$

$$ES = \frac{6,2-3,2}{5,1} = 0,59.$$

Абсолютна, відносна і накопичена частоти значень досліджуваної характеристики. З таблиці Д 5.2 видно, що  $n_{x=81} = 2$ . Якщо цю кількість даного значення досліджуваної характеристики поділити на загальну кількість обстежень (кількість об'єктів, залучених до дослідження), то отримаємо частоту даного значення (інтервалу значень):  $\nu_{x=81} = \frac{2}{10} = 0,2$ .

У процесі аналізу емпіричних даних іноді користуються поняттям „накопичена частота”. Накопичена частота для даного значення (інтервалу значень) досліджуваної характеристики є сумою частот для усіх її попередніх значень (інтервалів значень). Накопичена частота дає оперативну інформацію про те, скільки об'єктів (або яка їх частка) мають значення досліджуваної характеристики, не більше від певного значення. З таблиці Д 5.2 видно, що  $n_{\Sigma x=85} = 5$ . З цієї ж таблиці робимо висновок, що  $\nu_{\Sigma x=85} = 0,6$ .

**6. Стандартизація первинних оцінок.** За результатами обстеження навчальних досягнень групи учнів з фізики і хімії одержано дані, представлені у таблиці Д 6.1.

Таблиця Д 6.1

	А	Б	В	Г	Д	Е	Є	Ж	З	И
фізика	74	85	79	78	92	89	78	90	86	80
хімія	75	82	78	75	90	86	80	72	79	83

З таблиці Д 6.1 робимо висновок про те, що учень Д має найбільші досягнення як з фізики, так і з хімії. Проте резонно постає запитання: з якого навчального предмета його навчальні досягнення є вищими. Щоб відповісти на це запитання навчальні досягнення учня з цих предметів спочатку потрібно розглянути відносно певної точки відліку і аж після цього утворені різниці порівняти між собою. В якості цих точок логічно вибрати середні арифметичні зна-

чення навчальних досягнень учнів з фізики і хімії. Обчислимо їх, використовуючи співвідношення  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ . Якщо навчальні досягнення учнів з фізики позначити  $X$ , а з хімії –  $Y$ , то одержуємо:  $\bar{x} = \frac{1}{10} (74 + 85 + 79 + 78 + 92 + 89 + 78 + 90 + 86 + 80) = 83,1 \approx 83$ .  $\bar{y} = \frac{1}{10} (75 + 82 + 78 + 75 + 90 + 86 + 80 + 72 + 79 + 83) = 80,0 \approx 80$ . Розглянемо тепер навчальні досягнення учня  $D$  відносно середнього значення навчальних досягнень групи учнів з цих предметів.  $x_D - \bar{x} = 92 - 83 = 9$ ;  $y_D - \bar{y} = 90 - 80 = 10$ . На основі виконаних обчислень робимо висновок, що навчальні досягнення учня  $D$  з хімії кращі у порівнянні з його досягненнями з фізики. Проте такий висновок дещо поспішний, оскільки в ньому не врахований факт середнього відхилення навчальних досягнень учнів як з фізики, так і з хімії. При однаковому розпорошенні навчальних досягнень учнів з фізики і хімії для конкретного учня результати кращі з того навчального предмета, для якого відхилення від середнього арифметичного більше. При однакових значеннях відхилення від середнього арифметичного для конкретного учня навчальні досягнення кращі з того навчального предмета, для якого середнє відхилення менше. У загальному випадку користуються показником, що відображає, скільки відхилення від середнього арифметичного значення досліджуваної характеристики припадає на одиницю середнього відхилення.

То ж, обчислимо стандартні відхилення для навчальних досягнень групи учнів з фізики і хімії.

$$s_x =$$

$$\sqrt{\frac{(74-83)^2 + (85-83)^2 + (79-83)^2 + (78-83)^2 + (92-83)^2 + (89-83)^2 + (78-83)^2 + (90-83)^2 + (86-83)^2 + (80-83)^2}{10-1}} = 6,1.$$

$$s_y$$

$$= \sqrt{\frac{(75-80)^2 + (82-80)^2 + (78-80)^2 + (75-80)^2 + (90-80)^2 + (86-80)^2 + (80-80)^2 + (72-80)^2 + (79-80)^2 + (83-80)^2}{10-1}}$$

$$= 5,5.$$

Обчислимо тепер одержані раніше різниці в одиницях стандартних відхилень. Як наслідок, для фізики одержуємо  $9 : 6,1 = 1,5$ ; для хімії –  $10 : 5,5 = 1,8$ .

На основі отриманих результатів робимо висновок про відносно кращі результати навчальних досягнень учня  $D$  з хімії у порівнянні з його досягненнями з фізики.

Проте і цей висновок не можна вважати абсолютно коректним. Могло ж бути так, що з певних причин у групи учнів, крім учня  $D$ , загалом занижені знання з хімії і більш ущільнені. Як наслідок, доходимо висновку, що визначення середнього арифметичного і стандартного відхилення масиву даних необхідно проводити з використанням репрезентативної вибірки. Описана вище процедура перетворення первинних даних, одержаних з залученням репрезентативної вибірки, носить назву їх стандартизації і виконується шляхом використання співвідношення  $z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}$ .

Нехай тепер перед дослідником постало завдання порівняти рівень навчальних досягнень двох учнів з природничих дисциплін, тобто з фізики і хімії, взятих разом. Вважаємо, що використані засоби обстеження розроблялись з залученням репрезентативних вибірок і обстеження виконано коректно. За таких обставин, користуючись даними таблиці Д 6.1, можна констатувати, що учень  $D$  краще встигає з природничих дисциплін у порівнянні з учнем  $G$ , оскільки у нього вищі показники і з фізики, і з хімії.

Якщо необхідно порівняти рівень навчальних досягнень з природничих дисциплін учнів  $Z$  та  $I$ , скористатись первинними даними не можна, оскільки учень краще встигає з фізики, але гірше – з хімії. А той факт, що він більше випереджає з фізики, ніж відстає з хімії (у певних оцінках), не є логічною підставою для однозначного висновку. На перший погляд видається, що однозначний висновок можна зробити, взявши до уваги величину різниць навчальних досягнень з фізики і хімії цих учнів. Проте це грубо помилково, оскільки порівнювати можна тільки однорідні характеристики чи їх різні комбінації (у нашому випадку різниці). То ж, насамперед первинні дані навчальних досягнень цих учнів виразимо у показниках єдиної уніфікованої шкали. Отже,

$$z_{3x} = \frac{x_3 - \bar{x}}{s_x} = \frac{86 - 83}{6,1} = 0,49. \quad z_{3y} = \frac{y_3 - \bar{y}}{s_y} = \frac{79 - 80}{5,5} = -0,18. \quad z_{Ix} = \frac{x_I - \bar{x}}{s_x} = \frac{80 - 83}{6,1} =$$

$-0,49$ .  $z_{Иy} = \frac{y_{И} - \bar{y}}{s_y} = \frac{83 - 80}{5,5} = 0,55$ . Знайдемо суму стандартизованих показників для кожного учня:  $z_{Зx+y} = 0,49 - 0,18 = 0,31$ .  $z_{Иx+y} = 0,55 - 0,49 = 0,06$ .

З наведеного можна зробити висновок, що учень *З* краще встигає з природничих дисциплін у порівнянні з учнем *И*. Зазначимо, що таке порівняння коректне лише у випадку, коли стандартизовані дані розміщені на функціонально однорідних шкалах, у яких мінімальні і максимальні значення співпадають.

Перевіримо, чи це так. З таблиці Д 6.1 видно, що мінімальних навчальних досягнень з фізики набуває учень *А*, а максимальних – учень *Д*. З хімії мінімальних досягнень набуває учень *Ж*, а максимальних – учень *Д*. Отже,  $z_{x_{min}} = \frac{74 - 83}{6,1} = -1,5$ .  $z_{x_{max}} = \frac{92 - 83}{6,1} = 1,5$ .  $z_{y_{min}} = \frac{72 - 80}{5,5} = -1,5$ .  $z_{y_{max}} = \frac{90 - 80}{5,5} = 1,8$ .

Для трансформування шкали  $z_x$  до зручного вигляду використаємо у  $a_i = bz_i + c$  параметри  $b = 10, c = 30$ . Тоді одержуємо  $a_x = 10z_{x_i} + 30$ . У цій шкалі  $a_{x_{min}} = 15$ .  $a_{x_{max}} = 45$ . Шкалу  $z_y$  необхідно трансформувати так, щоб  $a_{y_{min}} = 15$ ,  $a_{y_{max}} = 45$ . Це можливо у випадку, якщо справедлива система  $a_{y_{min}} = bz_{y_{min}} + c$  і  $a_{y_{max}} = bz_{y_{max}} + c$ . У нашому випадку  $15 = -1,5b + c$  і  $45 = 1,8b + c$ . Розв'язавши цю систему, записуємо  $a_y = 9,1z_{y_i} + 28,7$ . Одержані формули для трансформації стандартизованих даних навчальних досягнень учнів *З* і *И* з фізики і хімії дозволяють записати  $a_{Зx} = 10 \cdot 0,49 + 30 = 34,9$ .  $a_{Иx} = -10 \cdot 0,49 + 30 = 25,1$ .  $a_{Зy} = -9,1 \cdot 0,18 + 28,7 = 27,1$ .  $a_{Иy} = 9,1 \cdot 0,55 + 28,7 = 33,7$ . Отже,  $a_{Зx+y} = 34,9 + 27,1 = 62$ .  $a_{Иx+y} = 25,1 + 33,7 = 58,8$ . Учень *З* таки краще встигає з природничих дисциплін у порівнянні з учнем *И*.

Універсальна шкала, у пункти якої трансформуються первинні оцінки зручна тим, що можна користуватися різними засобами обстеження для діагностики однієї і тієї ж характеристики. Якщо обстеження виконують у різних шкалах, то для спільного оперування одержаними даними показники виражають у спільній вибраній шкалі.



Зазначена трансформація стандартизованих даних неодмінно має місце у випадку створення профільної шкали. Вибираючи у кожному конкретному випадку (для різних обстежуваних характеристик у репрезентативній вибірці) необхідні значення  $b$  і  $c$ , можна утворити уніфіковану стандартизовану шкалу, яка носить назву профільної шкали. Профільна оцінка – спосіб представлення емпіричних даних, при якому оцінки з окремих груп завдань за допомогою спеціальних прийомів приводяться до співрозмірних одиниць і відображаються на спільній шкалі.

### **7. Розподіли ймовірності значень дискретної випадкової характеристики.**

*Біноміальний розподіл.* Для того, щоб обчислити скільки разів  $m$  настане подія  $A$ , ймовірність якої  $p$ , у  $n$  незалежних випробуваннях, користуються співвідношенням  $P(m) = \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m (1-p)^{n-m}$ . При фіксованих  $p$  (ймовірність події  $A$ ) і  $n$  (кількість випробувань) ймовірність настання події  $A$   $m$  разів є функцією від  $m$ . Цю функцію називають ймовірністю. Нехай перед дослідником стоїть завдання із сукупності 20 учнів утворити просту випадкову вибірку об'ємом у 2 учні. Випадково вибравши з кошика жетон з прізвищем першого учня, дослідник, щоб зберегти константність ймовірності для кожного учня бути залученим до вибірки, повертає цей жетон у кошик. Яка ймовірність того, що у другій спробі він вийме жетон з прізвищем цього ж учня?

Ймовірність витягнути жетон з прізвищем кожного учня  $p = \frac{1}{20}$ . Кількість незалежних випробувань  $n = 2$ . Кількість появи того ж жетона серед виконаних випробувань  $m = 2$ . Отже, ймовірність двічі витягнути той же жетон у двох спробах  $P(2) = \frac{2!}{2!(2-2)!} \left(\frac{1}{20}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{20}\right)^{2-2} = \left(\frac{1}{20}\right)^2 = 5,0 \cdot 10^{-4}$ .

Ймовірність того, що при  $n$  випробуваннях подія  $A$  настає не більше, ніж  $m$  раз, а решту  $n - m$  раз настає протилежна подія  $\bar{A}$ , визначається із співвідношення:  $P(m \leq t) = \sum_{m=1}^t \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m (1-p)^{n-m}$ . При фіксованих  $p$  (ймовірність події  $A$ ) і  $n$  (кількість випробувань) ймовірність настання події  $A$

не більше, ніж  $t$  разів є функцією від  $m$ . Цю функцію називають розподілом ймовірностей. Із сукупності третьокласників (40 хлопчиків і 60 дівчат) дослідник хоче утворити просту випадкову вибірку з 10 учнів, в якій кількість хлопчиків не перевищувала б 4. Яка ймовірність того, що досліднику вдасться утворити таку просту випадкову вибірку шляхом виймання з кошика 10 жетонів і поміщення їх туди назад після фіксування прізвища учня, який потрапляє у вибірку, та нехтування випадком повторного виймання одного і того ж жетона.

$$P(m \leq 4) = \sum_{m=0}^4 \frac{10!}{m!(10-m)!} 0,4^m 0,6^{10-m} = \frac{10!}{0!(10-0)!} 0,4^0 0,6^{10-0} + \frac{10!}{1!(10-1)!} 0,4^1 0,6^{10-1} + \frac{10!}{2!(10-2)!} 0,4^2 0,6^{10-2} + \frac{10!}{3!(10-3)!} 0,4^3 0,6^{10-3} + \frac{10!}{4!(10-4)!} 0,4^4 0,6^{10-4} = 0,6^{10} + 10 \cdot 0,4 \cdot 0,6^9 + 45 \cdot 0,16 \cdot 0,6^8 + 120 \cdot 0,064 \cdot 0,6^7 + 210 \cdot 0,0256 \cdot 0,6^6 = 0,6^6 (0,6^4 + 4 \cdot 0,6^3 + 7,2 \cdot 0,6^2 + 7,68 \cdot 0,6^1 + 5,376 \cdot 1) = 0,6^6 (0,1296 + 0,8640 + 2,592 + 4,608 + 5,376) = 0,6^6 \cdot 13,57 = 0,63.$$

Доречно зазначити, що використання записаного вище дає позитивний результат при знаходженні ймовірності того, що подія  $A$  настане хоча б один раз:  $P(1 \leq m \leq n) = 1 - q^n$ . Тобто, за тих же самих умов ймовірність того, що у вибірку з 10 учнів попаде хоча б один хлопчик  $P(m) = 1 - 0,6^{10} = 1 - 0,006 = 0,994$ .

Біноміальний розподіл носить назву розподілу Бернуллі.

*Розподіл Пуассона.* У випадку, коли кількість випробувань  $n$  дуже велика, а ймовірність  $p$  настання події  $A$  дуже мала, проте добуток  $0 \ll np \ll 1$ , кількість  $m$  настання події  $A$ , ймовірність якої  $p$ , у  $n$  незалежних випробуваннях обчислюється із співвідношення:  $P(m) = \frac{(np)^m}{m!} e^{-np}$ .

Нехай у сукупності 1000 старшокласників 5 володіють унікальним поетичним даром. З цієї сукупності дослідник випадково утворює вибірку із 100 осіб. Яка ймовірність того, що до вибірки потрапить 2 поетично обдарованих старшокласники?  $P(2) = \frac{(100 \cdot 0,005)^2}{2!} e^{-100 \cdot 0,005} = \frac{0,25}{2} e^{-0,5} = \frac{0,125}{\sqrt{e}} = \frac{0,125}{1,64} = 0,076$ .

Розв'яжемо цю саму задачу з тією лише відмінністю, що дослідник цікавиться ймовірністю попадання у вибірку не більше 2 поетично обдарованих учнів. Зазначену ймовірність шукаємо, використовуючи:  $P(m \leq t) = \sum_{m=0}^t \frac{(np)^m}{m!} e^{-np}$ .  $P(m \leq 2) = \sum_{m=0}^2 \frac{(np)^m}{m!} e^{-np} = \frac{(100 \cdot 0,005)^0}{0!} e^{-100 \cdot 0,005} + (100 \cdot 0,005) 1 e^{-100 \cdot 0,005} + \frac{(100 \cdot 0,005)^2}{2!} e^{-100 \cdot 0,005} = 1e^{-0,5} + 0,5e^{-0,5} + 0,125e^{-0,5} = 0,607 + 0,304 + 0,076 = 0,99$ .

При утворенні випадкових вибірок в цих та в усіх інших випадках дотримано вимоги рівної ймовірності кожного учня потрапити у вибірку.

*Геометричний розподіл.* Нехай ймовірність настання випадкової події  $A$  дорівнює  $p$ . Можна обчислити ймовірність першого успіху (настання події  $A$ ) для різної кількості випробувань. Залежність зазначеної ймовірності від кількості випробувань виражається співвідношенням:  $P(n) = p(1 - p)^{n-1}$ . Користуючись цим співвідношенням, можна обчислити ймовірність того, що вже при першому випробуванні (вийманні жетона) у вибірку попаде хлопчик:  $P(1) = 0,4(1 - 0,4)^0 = 0,4$ .

Якщо додати ймовірність того, що подія  $A$  настане вже при першому випробуванні, до ймовірності того, що подія  $A$  настане лише при другому випробуванні, то одержимо ймовірність того, що подія  $A$  настане при кількості випробувань, не більшій двох. У загальному випадку можна обчислити ймовірність того, що подія  $A$  настане при кількості випробувань, не більшій за  $t$ . У цьому випадку користуються співвідношенням:  $P(n \leq t) = \sum_{n=1}^t p(1 - p)^{n-1}$ . Зокрема, за тих же самих умов можна обчислити ймовірність того, що у вибірку попаде хлопчик при кількості випробувань, не більшій двох:  $P(n \leq 2) = \sum_{n=1}^2 0,4 \cdot (1 - 0,4)^{n-1} = 0,4 \cdot 1 + 0,4 \cdot 0,6 = 0,4 + 0,24 = 0,64$ .

*Гіпергеометричний розподіл.* Нехай у школі навчається  $N$  четвертокласників, серед яких  $n$  відмінників. Із сукупності четвертокласників необхідно утворити просту випадкову вибірку об'ємом  $M$ . Кількість відмінників  $m$  у виборці може набувати значень в умовах даної задачі від 0 до  $M$ , причому з пев-

ною ймовірністю  $p_m$ . Ймовірність того, що у простій випадковій вибірці з  $M$  учнів виявиться  $m$  відмінників обчислюється із співвідношення:  $p_m = \frac{(N-M)!(N-n)!n!M!}{N!(N+m-n-M)!(n-m)!(M-m)!m!}$ . Якщо у школі 100 четвертокласників, серед яких

10 відмінників, то ймовірність того, що усі вони попадуть у просту випадкову вибірку з 25 четвертокласників обчислимо із:  

$$p_{10} = \frac{(100-25)!(100-10)!10!25!}{100!(100+10-10-25)!(10-10)!(25-10)!10!} = \frac{90!25!}{100!15!} = \frac{16 \cdot 17 \cdot 18 \cdot 19 \cdot 20 \cdot 21 \cdot 22 \cdot 23 \cdot 24 \cdot 25}{91 \cdot 92 \cdot 93 \cdot 94 \cdot 95 \cdot 96 \cdot 97 \cdot 98 \cdot 99 \cdot 100} = 1,9 \cdot 10^{-7}.$$

Якщо обчислені для довільних  $m$  ймовірності додати, то одержимо функцію розподілу

тей:  $P(m \leq t) = \sum_{m=0}^t \frac{(N-M)!(N-n)!n!M!}{N!(N+m-n-M)!(n-m)!(M-m)!m!}$ . Зокрема, використовуючи

це співвідношення, можна обчислити ймовірність того, що у вибірку попаде не більше, ніж два відмінники:

$$P(m \leq 2) = \sum_{m=0}^2 \frac{(N-M)!(N-n)!n!M!}{N!(N+m-n-M)!(n-m)!(M-m)!m!} = \frac{75!90!10!25!}{100!65!10!25!0!} + \frac{75!90!10!25!}{100!66!9!24!1!} + \frac{75!90!10!25!}{100!67!8!23!2!} = \frac{66 \cdot 67 \cdot 68 \cdot 69 \cdot 70 \cdot 71 \cdot 72 \cdot 73 \cdot 74 \cdot 75}{91 \cdot 92 \cdot 93 \cdot 94 \cdot 95 \cdot 96 \cdot 97 \cdot 98 \cdot 99 \cdot 100} + \frac{67 \cdot 68 \cdot 69 \cdot 70 \cdot 71 \cdot 72 \cdot 73 \cdot 74 \cdot 75 \cdot 10 \cdot 25}{91 \cdot 92 \cdot 93 \cdot 94 \cdot 95 \cdot 96 \cdot 97 \cdot 98 \cdot 99 \cdot 100} + \frac{68 \cdot 69 \cdot 70 \cdot 71 \cdot 72 \cdot 73 \cdot 74 \cdot 75 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 25}{91 \cdot 92 \cdot 93 \cdot 94 \cdot 95 \cdot 96 \cdot 97 \cdot 98 \cdot 99 \cdot 100 \cdot 2} = 0,05 + 0,18 + 0,29 = 0,52.$$

*Порівняння двох емпіричних розподілів.* Нехай репрезентативну групу випускників середньої школи попросили визначитись стосовно їхнього подальшого навчання. До опитування було залучено осіб обох статей. Дані опитування представлені у таблиці Д 7.1.

Таблиця Д 7.1

	Математика	Природничі науки	Гуманітарні науки
Хлопці	18	10	3
Дівчата	10	9	15

З таблиці Д 7.1 видно, що хлопці віддають перевагу математичним наукам, у той час як дівчата гуманітарним. Проте постає запитання: чи дійсно плани щодо майбутнього навчання цих двох груп залишаться такими у сукупностях хлопців і дівчат? Чи насправді хлопці у планах подальшого навчання віддають перевагу

математичним дисциплінам, а дівчата – гуманітарним. Щоб дати відповідь на поставлене запитання, потрібно порівняти розподіли академічних уподобань хлопців і дівчат. При цьому необхідно дотриматись вимог щодо загальної кількості респондентів (не менше 30 осіб) і значення абсолютної частоти (не менше 5).

Для обчислення критерію перевірки статистичної гіпотези щодо майбутніх академічних уподобань хлопців і дівчат  $\chi_e^2$  занесемо одержані емпіричні дані у таблицю Д 7.2.

Таблиця Д 7.2

	$f_e$	$f_t$	$f_t$	$f_e - f_t$	$(f_e - f_t)^2$	$(f_e - f_t)^2 / f_t$
<u>хлопці</u> математика	18	31·28/65	13,35	4,65	21,59	1,62
<u>хлопці</u> природничі науки	10	31·19/65	9,06	0,94	0,88	0,10
<u>хлопці</u> гуманітарні науки	3	31·18/65	8,58	- 5,58	31,19	3,63
<u>дівчата</u> математика	10	34·28/65	14,65	- 4,65	21,59	1,47
<u>дівчата</u> природничі науки	9	34·19/65	9,94	- 0,94	0,88	0,09
<u>дівчата</u> гуманітарні науки	15	34·18/65	9,42	5,58	31,19	3,31

Щоб збагнути значення теоретичних частот, потрібно міркувати наступним чином: математичний вибір на одного опитаного складає 28/65, тоді для хлопців математичний вибір дорівнює 31·28/65. Аналогічні міркування дозволяють заповнити усі комірки колонки теоретичної частоти.

Користуючись співвідношенням  $\chi_e^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i^e - f_i^t)^2}{f_i^t}$ , одержуємо  $\chi_e^2 = 10,2$  Якщо кількість колонок у таблиці первинних даних становить  $a$ , а кількість рядків у цій

же таблиці  $b$ , то  $n = (a-1)(b-1)$ , що у нашому випадку дає 2. З таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) для  $\alpha = 0,05$  вибираємо  $\chi_{cr}^2 = 5,99$ . Як бачимо,  $\chi_e^2 > \chi_{cr}^2$ , що є підставою для відхилення гіпотези про відсутність значущої відмінності у розподілі академічних уподобань між хлопцями і дівчатами.

*Порівняння емпіричного розподілу з рівномірним.* Нехай репрезентативній групі з 38 випускників середньої школи запропонували висловитись щодо надання переваги одному з природничих предметів (фізиці, хімії, біології, географії). Результати опитування представлені у таблиці Д 7.3.

Таблиця Д 7.3

Фізика	Хімія	Біологія	Географія
10	14	6	8

Чи можна стверджувати на основі одержаних даних, що у сукупності випускників середньої школи усі природничі дисципліни однаково популярні? Чи, можливо, загалом випускники найбільше любляють хімію? Для того, щоб дати коректну відповідь на поставлені запитання, необхідно одержаний емпіричний розподіл учнівських уподобань порівняти з теоретичним рівномірним (учні не віддають переваги жодному з перелічених навчальних предметів). З цією метою формулюємо статистичну гіпотезу  $H_0$ : розподіл уподобань щодо різних навчальних предметів значущо не відрізняється від рівномірного. Альтернативною до зазначеної гіпотези є  $H_1$ : розподіл уподобань щодо різних навчальних предметів значущо відрізняється від рівномірного.

Представимо наведені вище дані опитування у дещо іншому вигляді (див. табл. Д 7.4).

Таблиця Д 7.4

	$f_e$	$f_t$	$f_e - f_t$	$(f_e - f_t)^2$	$(f_e - f_t)^2 / f_t$
Фізика	10	9,5	0,5	0,25	0,03
Хімія	14	9,5	4,5	20,25	2,13
Біологія	6	9,5	-3,5	12,25	1,29

Географія	8	9,5	- 1,5	2,25	0,24
Всього	38	38			

Для обчислення критерію перевірки сформульованої статистичної гіпотези  $\chi_e^2$  користуємося співвідношенням:  $\chi_e^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i^e - f_i^t)^2}{f_i^t}$ .

Додавання даних останньої колонки таблиці Д 7.4 дає  $\chi_e^2 = 3,68$ . Щоб знайти критичне значення на рівні ймовірності  $\alpha$ , потрібно звернутися до таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).

У наведеному прикладі кількість ступенів вільності  $n = a - 1 = 3$ , відповідно знаходимо  $\chi_{cr}^2 = 7,82$ . Звідси робимо висновок, що  $\chi_e^2 < \chi_{cr}^2$ , а отже, є підстави прийняти  $H_0$ : розподіл уподобань випускників середньої школи щодо різних природничих навчальних предметів значущо не відрізняється від рівномірного.

*Порівняння емпіричного розподілу з розподілом Пуассона.* Аналіз, проведений за останній рік у 200 школах (з приблизно однаковою кількістю учнів), які утворюють репрезентативну вибірку, показав, що за кількістю виключених учнів окремі навчальні заклади відрізняються. Одержані дані представлені у таблиці Д 7.5.

Таблиця Д 7.5

Кількість подій	Кількість обстежених шкіл
0	112
1	56
2	23
3	8
4	0
5	1
	200

Аналіз таблиці Д 7.5 свідчить, що у декількох з досліджуваних груп не відбу-

лося жодної події  $A$ . У декількох досліджуваних групах відбулося по одній події  $A$  і т.д. Загалом дослідженням охоплено  $B$  груп. Оперуючи цими емпіричними даними, насамперед підраховують загальну кількість події  $A$ , потім значення загальної кількості події  $A$  ділять на загальну кількість обстежених груп  $B$  і знаходять  $k$ . Тоді по таблиці розподілу відносної частоти малоїмовірних подій для даного значення  $k$  знаходять значення відносних частот для різної кількості появи події  $A$ . Після цього значення відносних частот множать на загальну кількість обстежених груп і отримують абсолютні значення частот. Потім від емпіричного значення частоти віднімають абсолютне, підносять різницю до квадрату, ділять одержаний результат на абсолютне значення частоти і так для кожного типу груп (на основі кількості появи події  $A$ ). Одержані результати додають і одержують емпіричне значення критерію перевірки статистичної гіпотези. Число ступенів вільності визначають із  $(a-1)(b-1)$ . Якщо емпіричне критичне значення менше за теоретичне, то емпіричний розподіл статистично значущо не відрізняється від розподілу Пуассона випадкових подій.

У наведеному прикладі кількість випадків виключення становить 131. Відношення кількості виключень до загальної кількості навчальних закладів складає  $k = 131/200 = 0,655 \approx 0,7$ . Відносні частоти розподілу малоїмовірних подій для  $k = 0,7$  представлені у таблиці Д 7.6.

Таблиця Д 7.6

Кількість подій	0	1	2	3	4	5	6	7
Відносна частота	0,49658	0,34761	0,12166	0,02839	0,00497	0,00070	0,00008	0,00001

Перемноживши значення відносних частот на кількість обстежених навчальних закладів (200), одержуємо ряд значень абсолютних частот (див. табл. Д 7.7).

Таблиця Д 7.7. Порівняння частот за допомогою критерію  $\chi^2$

$f_e$	$f_p$	$f_e - f_p$	$(f_e - f_p)^2$	$(f_e - f_p)^2 / f_p$
112	99,32	12,68	160,8839	1,6199
56	69,52	- 13,52	182,8445	2,6300



23	24,33	- 1,33	1,7742	0,0729
8	5,68	2,32	5,3917	0,9496
0	0,99	- 0,99	0,9880	0,9940
1	0,14	0,86	0,7396	5,083
0	0,02	- 0,02	0,0003	0,016
0	0,00	0,00	0,0000	0,002

Оскільки  $\chi_e^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i^e - f_i^p)^2}{f_i^p}$ , то  $\chi_e^2 = 11,57$ . Враховуючи той факт, що у нашому

випадку  $n = 7$ , на рівні  $\alpha = 0,05$  маємо  $\chi_{cr}^2 = 14,06$ . Оскільки емпіричне значення менше за критичне, то емпіричний розподіл статистично значущо не відрізняється від розподілу Пуассона малоїмовірних подій, а отже, випадкам виключення учнів із школи можна приписати випадковий характер.

*Порівняння емпіричного розподілу з біноміальним.* Уявімо, що репрезентативну вибірку учнів випадково поділили на дві групи. Учасників першої групи через шкільну газету попросили запропонувати ідею удосконалення організації проведення шкільної лотереї. До учасників другої групи звернулись з тим же проханням через шкільне радіо. З'ясувалось, що у першій групі відгукнулось 30 учнів, у другій – 24. Щоб порівняти ефективність використаних способів впливу на школярів, формулюють нульову гіпотезу: перший і другий способи статистично не відрізняються за ефективністю. Щоб перевірити сформульовану гіпотезу,

використовують біноміальний критерій:  $z_e = \frac{(x \pm 0,5) - \frac{n}{2}}{\sqrt{\frac{n}{2}}}$ , де  $n = x_1 + x_2$ .

Для  $x > \frac{x_1 + x_2}{2}$  використовують знак мінус (-); для  $x < \frac{x_1 + x_2}{2}$  використовують

знак плюс (+). У нашому випадку  $z_e = \frac{30 - 0,5 - \frac{30 + 24}{2}}{\sqrt{\frac{30 + 24}{2}}} = 0,48$ . Ступінь вільності

такого виду даних становить  $n - 1$ . Тому для  $\alpha = 0,05$  з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416

с.) виписуємо  $z_{cr} = 1,64$ . Оскільки  $z_e < z_{cr}$ , то одержані емпіричні частоти статистично не відрізняються, а отже, порівнювані способи впливу за ефективністю рівнозначні.

У наведеному вище  $p = P(A)$ ,  $q = P(\bar{A})$ . Звісно, що  $q = 1 - p$ .

### 8. Нормальний розподіл значень неперервної випадкової величини.

Муавр і Лаплас апроксимували біноміальний розподіл дискретної випадкової

характеристики функціями  $P(m) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{npq}}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{m-np}{\sqrt{npq}}\right)^2}$  і  $P(m \leq t) =$

$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{npq}}} \sum_{m=1}^t e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{m-np}{\sqrt{npq}}\right)^2}$ . У випадку неперервності величини  $X$  (що досягається

при нескінченній кількості випробувань) функції густини ймовірності і ймовірності носять назву нормальних. Нормальні функції з середнім арифметичним, рівним  $0$ , та дисперсією, рівною  $1$ , називаються одиничними і пред-

ставляються співвідношеннями:  $\varphi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$  і  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$ .

Звісно, що густина ймовірності та розподіл ймовірностей аналітично можуть задаватися різними виразами. Серед усієї множини функцій виокремлюють ті, що задаються наведеними вище співвідношеннями і присвоюють їм статус нормальних.

Якщо побудувати графік функції  $\varphi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$ , то одержимо куполоподібну криву, симетричну відносно точки  $z = 0$  і таку, що асимптотично наближається до осі  $Z$ , ніколи не перетинаючи її. Зазначена функція досягає свого найбільшого значення ( $\varphi = 0,3989$ ) для  $z = 0$ . Площа фігури, обмеженої віссю  $Z$  та кривою  $\varphi(z)$  дорівнює  $1$ . Саме тому дана функція носить назву одиничної нормальної.

У процесі емпіричного дослідження одержують розподіл значень випадкової величини, характер якого невідомий. Проте з'являються серйозні зручності у подальшому опрацюванні одержаних даних, якщо вони розподілені нормально або не надто відхиляються від нормального розподілу. Як наслідок, дослідник серед іншого перевіряє одержаний розподіл на нормальність.

Вважають, що розподіл частоти значень обстеженої характеристики статистично значущо не відрізняється від нормального, якщо підраховані для нього значення асиметрії та ексцесу наближаються до 0. Значення асиметрії та ексцесу для вибірки обчислюють із співвідношень:

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{1}{s_x^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x}\right)^3.$$

$$e = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{1}{s_x^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x}\right)^4 - 3.$$

Нехай у процесі попереднього опрацювання даних діагностики навчальних досягнень з математики у вибірці з 50 осіб одержано результати, представлені у таблиці Д 8.1.

Таблиця Д 8.1

Інтервал значень	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74
Середнє значення в інтервалі	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72
Абсолютна частота	1	1	4	2	4	8	8	10	6	2	3	0	1

Обчислимо спочатку середнє арифметичне значення цього масиву даних. Для цього скористаємось співвідношенням, яке дає наближене значення, але значно спрощує процедуру обчислення.  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i f_i = \frac{1}{50} (12 \cdot 1 + 17 \cdot 1 + 22 \cdot 4 + 27 \cdot 2 + 32 \cdot 4 + 37 \cdot 8 + 42 \cdot 8 + 47 \cdot 10 + 52 \cdot 6 + 57 \cdot 2 + 62 \cdot 3 + 67 \cdot 0 + 72 \cdot 1) = \frac{1}{50} (12 + 17 + 88 + 54 + 128 + 296 + 336 + 470 + 312 + 186 + 0 + 72) \approx 39$ . Обчислимо тепер наближене значення середнього квадратичного відхилення:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{k-1}} =$$

$$112729 + 484 + 289 + 144 + 49 + 4 + 9 + 64 + 169 + 324 + 529 + 784 + 1089 = 1124667 \approx 20.$$

$$a = \frac{1}{13} (-2,5 - 1,3 - 0,61 - 0,22 - 0,043 - 0,001 + 0,0034 + 0,064 + 0,27 +$$

0,73 + 1,5 + 2,7 + 4,5) = 0,39.  $e = \frac{1}{13} (3,3 + 1,5 + 0,52 + 0,13 + 0,015 + 0,0001 + 0,0005 + 0,026 + 0,18 + 0,66 + 1,7 + 3,8 + 7,4) - 3 = -1,5$ . На основі обчислених значень асиметрії та ексцесу робимо висновок, про те, що розподіл частот емпіричних даних зміщений вправо і згладжений у порівнянні з нормальним розподілом. На підставі не нормальності розподілу у вибірці не слід очікувати нормальності у сукупності.

Якщо виникають сумніви щодо відповідності емпіричного розподілу частот значень досліджуваної характеристики нормальному розподілу, зроблені на основі значень асиметрії та ексцесу, то використовують більш потужні критерії, зокрема критерій відповідності Пірсона.

Ідея цього методу полягає у порівнянні емпіричної і теоретичної частот розподілу досліджуваної характеристики. Щоб обчислити теоретичні частоти

$\tilde{f}_i$ , використаємо співвідношення  $\tilde{f}_i = \frac{n \cdot h}{s_x} \varphi\left(\frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{s_x}\right)$ . Враховуючи, що  $h = \bar{x}_{i+1} -$

$\bar{x}_i = 5$ , одержуємо  $\tilde{f}_1 = \frac{50 \cdot 5}{20} \varphi\left(\frac{12-39}{20}\right) = 12,5 \varphi(-1,35) = 12,5 \cdot 0,160 = 2$ ;

$\tilde{f}_2 = 12,5 \cdot \varphi(-1,1) = 12,5 \cdot 0,218 = 2,73$ ;  $\tilde{f}_3 = 12,5 \cdot \varphi(-0,85) = 12,5 \cdot$

$0,278 = 3,48$ ;  $\tilde{f}_4 = 12,5 \cdot \varphi(-0,6) = 12,5 \cdot 0,333 = 4,16$ ;  $\tilde{f}_5 = 12,5 \cdot$

$\varphi(-0,35) = 12,5 \cdot 0,375 = 4,69$ ;  $\tilde{f}_6 = 12,5 \cdot \varphi(-0,1) = 12,5 \cdot 0,397 =$

$4,96$ ;  $\tilde{f}_7 = 12,5 \cdot \varphi(0,15) = 12,5 \cdot 0,394 = 4,93$ ;  $\tilde{f}_8 = 12,5 \cdot \varphi(0,4) = 12,5 \cdot$

$0,368 = 4,60$ ;  $\tilde{f}_9 = 12,5 \cdot \varphi(0,65) = 12,5 \cdot 0,323 = 4,04$ ;  $\tilde{f}_{10} = 12,5 \cdot \varphi(0,9) =$

$12,5 \cdot 0,266 = 3,33$ ;  $\tilde{f}_{11} = 12,5 \cdot \varphi(1,15) = 12,5 \cdot 0,205 = 2,56$ ;  $\tilde{f}_{12} = 12,5 \cdot$

$\varphi(1,4) = 12,5 \cdot 0,150 = 1,86$ ;  $\tilde{f}_{13} = 12,5 \cdot \varphi(1,65) = 12,5 \cdot 0,102 = 1,28$ . У на-

ведених вище випадках значення функції  $\varphi$  взято з таблиці 1.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. –

416 с.). Критерій  $\chi_e^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - \tilde{f}_i)^2}{\tilde{f}_i} = \frac{(1-2)^2}{2} + \frac{(1-2,73)^2}{2,73} + \frac{(4-3,48)^2}{3,48} + \frac{(2-4,16)^2}{4,16} +$

$\frac{(4-4,69)^2}{4,69} + \frac{(8-4,96)^2}{4,96} + \frac{(8-4,93)^2}{4,93} + \frac{(10-4,6)^2}{4,6} + \frac{(6-4,04)^2}{4,04} + \frac{(2-3,33)^2}{3,33} + \frac{(3-2,56)^2}{2,56} +$

$\frac{(0-1,86)^2}{1,86} + \frac{(1-1,28)^2}{1,28} = 0,5 + 1,1 + 0,078 + 1,12 + 0,10 + 1,86 + 1,91 + 6,34 +$

$0,95 + 0,53 + 0,076 + 1,86 + 0,061 = 16,49$ . Критичне значення для функції  $\chi_c^2 = 15,51$  одержуємо з таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.), вибравши 5% рівень вірогідності та взявши до уваги, що кількість ступенів вільності у цьому випадку становить  $k - 5 = 8$  (з емпіричними даними виконувалось п'ять операцій: обчислення  $\bar{x}_i, \bar{x}, s_x, \tilde{f}_i, \chi^2$ ). Оскільки  $\chi_e^2 > \chi_c^2$ , то робимо висновок про не нормальність розподілу частот значень навчальних досягнень з математики у сукупності, з якої було утворено використану у дослідженні вибірку. Слід зазначити, що використаний критерій задовільно працює у випадку, коли емпіричні частоти приймають значення, не менші за 5.

### 9. Статистичні висновки відносно даних, одержаних у шкалі найменувань.

*Висновки відносно частки у сукупності.* На основі попередньо виконаних емпіричних досліджень було встановлено, що кожний десятий випускник середньої школи мріє отримати юридичний фах. Обстеживши 1000 випускників середньої школи, дослідник знайшов, що 80 з них планують вступати на юридичні спеціальності вищих навчальних закладів. Оперуючи цими даними, дослідник хоче встановити, чи можна з 5% вірогідністю стверджувати, що у сукупності випускників кожний дев'ятий планує вступати на правознавчі спеціальності. Щоб відповісти на поставлене запитання, дослідник перевіряє статистичну гіпотезу, використовуючи критерій  $z_e = \frac{p - a}{\sqrt{a(1-a)/n}}$ , де  $p$  – частка випускників у вибірці, які планують обрати юридичний фах;  $a$  – частка випускників у сукупності, які планують обрати юридичний фах;  $n$  – об'єм вибірки.

Отже,  $z_e = \frac{0,8 - 0,9}{\sqrt{\frac{0,9(1-0,9)}{1000}}} = -\frac{0,1}{\sqrt{\frac{0,09}{1000}}} = -10,54$ . Одержане значення для вибраного

рівня вірогідності порівнюють з табличними критичними  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$ , які беруть з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.). При цьому  $_{\alpha/2}z = -_{1-(\alpha/2)}z$ . Оскільки

ми довільно вибрали  $\alpha = 0,05$ , то значення  $z$  шукатимемо для  $p = 1 - 0,05 = 0,975$ . Як наслідок  $z_c = 1,96$ . Інше критичне значення записуємо для  $p = 0,025$ . На основі тільки що зазначеного  $z_c = -1,96$ . Гіпотезу, згідно з якою кожний дев'ятий випускник середньої школи обиратиме юридичний профіль подальшого навчання, можна було б прийняти з 5% вірогідністю помилитися, якби  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq_{1-(\alpha/2)}z$ . У нашому випадку емпіричне значення статистики лежить поза межами інтервалу, окресленого критичними табличними значеннями. Як наслідок, припущення стосовно кожного дев'ятого випускника необхідно відхилити.

*Висновки відносно  $P_1 - P_2$  для незалежних вибірок.* Щоб з'ясувати динаміку ставлення студентів до лекції як форми організації навчальної діяльності, дослідник утворив дві вибірки: першу чисельністю  $n_1 = 500$  осіб з першокурсників, другу чисельністю  $n_2 = 400$  осіб з п'ятикурсників. Серед першокурсників  $f_1 = 430$  позитивно оцінили лекцію як форму організації навчальної діяльності. Кількість п'ятикурсників, які висловили позитивне ставлення до лекції, становила  $f_2 = 360$  осіб. Оперуючи цими емпіричними даними, дослідник ставить перед собою завдання з'ясувати, чи можна з 95% вірогідністю стверджувати, що ставлення студентів до лекції як форми організації навчальної діяльності з часом не міняється. Позначимо частки студентів у двох вибірках відповідно через  $p_1 = \frac{430}{500} = 0,86$  і  $p_2 = \frac{360}{400} = 0,9$  і використаємо для перевірки гіпотези статистику

$$z_e = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\left(\frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2}\right)\left(1 - \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2}\right)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$\text{Обчислимо } z_e = \frac{0,86 - 0,9}{\sqrt{\left(\frac{430 + 360}{500 + 400}\right)\left(1 - \frac{430 + 360}{500 + 400}\right)\left(\frac{1}{500} + \frac{1}{400}\right)}} = -\frac{0,04}{\sqrt{0,88 \cdot 0,12 \cdot 0,0045}} = -1,83.$$

Критичними значеннями для перевірки цієї гіпотези є  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$ . Критичні значення беруть з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.). При цьому  $_{\alpha/2}z = -_{1-(\alpha/2)}z$ .  $H_0: P_1 = P_2$  приймається на рівні ймовірності  $\alpha$ , якщо  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq_{1-(\alpha/2)}z$ .

Взявши  $\alpha = 0,05$ , з зазначеної таблиці виписуємо критичні значення  $z_c = \pm 1,96$ . Обчислене значення статистики лежить у межах інтервалу, обмеженого критичними табличними значеннями, що дає підстави з 95% вірогідністю стверджувати про відсутність часових змін у ставленні студентів до лекції як форми організації навчальної діяльності у вищій школі. Зазначимо, що описаним методом користуються у випадках, коли  $nP > 5$ .

*Висновки відносно  $P_1 - P_2$  для залежних вибірок.* У розглянутому вище прикладі вибірки незалежні, тобто утворені з різних студентів. Залежні вибірки найчастіше (хоча не завжди) утворюють одні і ті ж об'єкти. Зокрема дослідник двічі («до» і «після») використовує одну і ту ж вибірку, скажімо, з'ясовуючи на початку і в кінці навчального року ставлення учнів до шкільної лотереї. Нехай дослідник утворив випадкову вибірку чисельністю 100 учнів із сукупності старшокласників і з'ясував, що на початку навчального року 60 учнів позитивно ставилися до шкільної лотереї, тоді як на кінець навчального року таких учнів стало 65. Дослідник задається певним рівнем вірогідності (найчастіше 95%) і ставить перед собою завдання встановити чи можна з цією вірогідністю вважати, що ставленню старшокласників до шкільної лотереї притаманні часові зміни. Щоб відповісти на поставлене запитання, дослідник фіксує  $a$  – кількість учнів, що змінили позитивне на негативне ставлення,  $b$  – кількість учнів, що не змінили позитивне ставлення,  $c$  – кількість учнів, що не змінили негативне ставлення,  $d$  – кількість учнів, що змінили негативне на позитивне ставлення. Як бачимо, у цьому випадку, частки персоніфіковані. З урахуванням зазначеного видно, що кількість учнів, які позитивно ставилися до шкільної лотереї на початку навчального року  $f_1 = a + b$ . Кількість учнів, яка позитивно ставиться до шкільної лотереї на кінець навчального року становить  $f_2 = b + d$ . Частка таких учнів на початку навчального року і в його кінці складає відповідно  $p_1 = \frac{f_1}{n}$  і  $p_2 = \frac{f_2}{n}$ . Одержані у вибірці значення досліджуваної характеристики зручно представити так, як показано у таблиці

Д 9.1. У наведеній таблиці рядкам 0 та 1 відповідають «до», стовпчикам 1 та 0 відповідають «після».

Таблиця Д.9.1

	0	1
1	$a$	$b$
0	$c$	$d$

На основі даних щодо  $p_1$  і  $p_2$  у випадково утворених вибірках необхідно зробити висновок відносно відповідних часток у сукупностях. З цією метою формулюється статистична гіпотеза. Оскільки відмінності між  $P_1$  і  $P_2$  обумовлюються відмінностями між кількістю тих, що змінили негативне ставлення до лотереї на позитивне, і навпаки, то нульова гіпотеза формулюється таким чином: кількість індивідів, що змінили позитивне на негативне ставлення, дорівнює кількості індивідів, що змінили негативне на позитивне ставлення.

Для перевірки гіпотези  $H_0: P_1 = P_2$  використовують статистику:  $z_e = \frac{d - a}{\sqrt{d + a}}$ . Критичними значеннями на рівні ймовірності  $\alpha$  є точки  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$ .  $H_0: P_1 = P_2$  приймається на рівні  $\alpha$ , якщо  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq _{1-(\alpha/2)}z$ . Зазначені критичні значення беруть з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.). При цьому  $_{\alpha/2}z = -_{1-(\alpha/2)}z$ . Потрібно зазначити, що описаною методикою користуються тоді, коли  $d + a > 10$ . Нехай  $a = 5; b = 55; c = 30; d = 10$ . Тоді  $z_e = \frac{10-5}{\sqrt{10+5}} = 1,29$ . Як і в попередніх випадках  $z_c = \pm 1,96$ . Обчислене значення статистики лежить в інтервалі, обмеженому зазначеними критичними табличними значеннями, що не дає вагомих підстав вести мову про зміну ставлення учнів до шкільної лотереї протягом навчального року загалом.

Для перевірки такого роду статистичних гіпотез використовують також критерій Мак-Німара:

$$\chi_e^2 = \frac{(|a - d| - 1)^2}{a + d} = \frac{(|5 - 10| - 1)^2}{5 + 10} = \frac{16}{15} = 1,07.$$



Для таблиць такого розміру число ступенів вільності  $n = 1$ . Критичні значення для перевірки гіпотези беруть з таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).  $\chi_c^2 = 3,84$ . Нульова гіпотеза на вибраному рівні ймовірності  $\alpha$  приймається, якщо емпіричне значення зазначеного критерію менше за критичне. І це дає підстави вести мову про відсутність часових змін у ставленні старшокласників до шкільної лотереї. Зауважимо, що проілюстрована вище логіка перевірки статистичної гіпотези спричинена тим фактом, що для динаміки такого роду важливо враховувати не тільки приріст елементів вибірки з даним значенням характеристики, а й кількість елементів, що піддалася цим змінам.

*Перевірка значущості відмінності двох абсолютних частот.* У дослідженні освітніх проблем часто оперують кількістю об'єктів, яким притаманна досліджувана ознака. Як правило, у таких випадках розглядають два фактори, кожний з яких може перебувати на двох рівнях.

Нехай репрезентативну групу старшокласників (хлопців і дівчат) опитали відносно вибору ними профілів майбутнього навчання, виокремлюючи природничо-математичний і гуманітарний. Дані опитування представлені у таблиці Д 9.2.

Таблиця Д 9.2

	Природничо-математичний	Гуманітарний	Сума
Хлопці	28	3	31
Дівчата	19	15	34
Сума	47	18	65

У комірках цієї таблиці поміщені дані, які відображають кількості об'єктів з відповідними рівнями факторів. З таблиці Д 9.2 видно, що хлопці частіше обирають природничо-математичний профіль, ніж гуманітарний; дівчата частіше обирають природничо-математичний профіль, ніж гуманітарний; природничо-математичний профіль частіше обирають хлопці; гуманітарний профіль частіше обирають дівчата; дівчата частіше обирають природничо-математичний профіль, ніж хлопці гуманітарний; хлопці частіше обирають

природничо-математичний профіль, ніж дівчата гуманітарний. То ж, постає запитання: чи має місце зазначена тенденція у сукупності старшокласників. Щоб відповісти на поставлене запитання стосовно останньої тези, побудуємо похідну таблицю Д 9.3, в якій наводяться проміжні результати обчислення  $\chi_e^2$  з урахуванням поправки Йетса.

Таблиця Д 9.3

$f_e$	$f_t$	$f_t$	$ f_e - f_t $	$ f_e - f_t  - 0,5$	$( f_e - f_t  - 0,5)^2$	$( f_e - f_t  - 0,5)^2 / f_t$
28	31x47/65	22,42	5,58	5,08	25,85	1,15
3	31x18/65	8,58	- 5,58	5,08	25,81	3,01
19	34x47/65	24,58	- 5,58	5,08	25,81	1,05
15	34x18/65	9,42	5,58	5,08	25,85	2,75

Користуючись  $\chi_e^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(|f_i^e - f_i^t| - 0,5)^2}{f_i^t}$ , одержуємо значення 7,96. Для таблиць такого виду  $n = 1$ . Тому для  $\alpha = 0,05$  з таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) виписуємо  $\chi_{cr}^2 = 3,84$ . Емпіричне значення більше за критичне, що дає підстави з 95% ймовірністю відхилити гіпотезу про те, що хлопці не частіше вибирають природничо-математичний профіль, ніж дівчата гуманітарний.

Аналогічно можна було б перевірити статистичні припущення стосовно інших наведених тез, які впливають з елементарного аналізу даних, представлених у таблиці Д 9.2.

### 10. Непараметричні методи статистичного аналізу порядкових даних.

У дослідженні освітніх проблем найчастіше послуговуються порядковими шкалами. Порядкові дані отримують, наприклад, тоді, коли респондентам пропонують опитувальник, правильні відповіді в якому є типовими відповідями членів репрезентативної вибірки. Нехай дослідник поставив перед собою завдання з'ясувати, чи відрізняються гуманітарно і технічно здібні учні, які навчаються в одному навчальному закладі, у сприйнятті творчості І.Франка.

Щоб відповісти на поставлене запитання, дослідник утворив гуманітарну і технічну прості випадкові вибірки по 10 осіб у кожній, використав опитувальник з 20 пунктами, апробований на репрезентативній вибірці, і одержав результати (кількість набраних балів чи відповідей, що співпали з ключами), представлені у таблиці Д 10.1.

Таблиця Д 10.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Г	12	18	14	15	17	17	11	15	16	13
Т	14	16	15	12	18	17	16	14	14	15

Розташуємо членів двох вибірок у порядку від найменшого до найбільшого значень набраних ними балів:

$G_7(1); G_1(2), T_4(2); G_{10}(3); G_3(4), T_1(4), T_8(4), T_9(4); G_4(5), G_8(5), T_3(5),$

$T_{10}(5); G_9(6), T_2(6), T_7(6); G_5(7), G_6(7), T_6(7); G_2(8), T_5(8).$  У дужках

біля кожного об'єкта проставлено його ранг; з записаного видно, що об'єктам з однаковими балами приписано однаковий ранг. Обчислимо тепер суми рангів для кожної вибірки окремо:  $\sum_{i=1}^n G_i = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 5 + 6 + 7 + 7 + 8 = 48.$

$\sum_{i=1}^n T_i = 2 + 4 + 4 + 4 + 5 + 5 + 6 + 6 + 7 + 8 = 51.$  Як бачимо, у цьому навчальному закладі технічно здібні учні сприймають творчість І. Франка

типовіше у порівнянні з гуманітарно здібними. Чи є ця відмінність статистично значущою? Емпіричне значення U-критерію (Манна–Уїтні) для перевірки статистичної гіпотези про те, що емпіричні дані у двох вибірках статистично значущо не відрізняються, визначаємо із співвідношення  $U_e = (n_1 n_2) +$

$\frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x,$  де  $n_1$  – об'єм першої вибірки,  $n_2$  – об'єм другої вибірки,  $T_x$  – більша з рангових сум після отримання об'єктами нових рангів,  $n_x$  – об'єм вибірки з більшою сумою рангів. Таким чином,  $U_e = 10 \cdot 10 + \frac{10(10+1)}{2} - 51 =$

104. Критичне значення критерію беремо з таблиці Д 10.2.

Таблиця Д 10.2. Критичні значенні U-критерію Манна – Уїтні для перевірки ненаправлених гіпотез для  $\alpha = 0,05$

$n_1/n_2$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	2										
6	3	5									
7	5	6	8								
8	6	8	10	13							
9	7	10	12	15	17						
10	8	11	14	17	20	23					
11	9	13	16	19	23	26	30				
12	11	14	18	22	26	29	33	37			
13	12	16	20	24	28	33	37	41	45		
14	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	
15	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64

У нашому випадку  $U_c = 23$ . Гіпотеза щодо відсутності статистично значущої відмінності між масивами даних у двох вибірках приймається, якщо емпіричне значення критерію менше за критичне значення. А це означає, що з 95% вірогідністю можна стверджувати, що учні гуманітарного і технічного профілів у вибраному для аналізу навчальному закладі відрізняються між собою за сприйняттям творчості І.Франка не випадково.

Для трьох незалежних вибірок попарно використовують U-критерій. Якщо необхідно порівняти більшу кількість масивів даних, одержаних на незалежних вибірках, то використовують H-критерій Краскела-Уоллеса. У цьому випадку, як і в попередньому, вибірки спочатку об'єднуються в одну, значення досліджуваної характеристики впорядковують за принципом від найменшого до найбільшого, членам об'єднаної вибірки приписують ранги, після чого об'єкти знову розносяться з приписаними їм рангами у свої попередні вибірки. При обчисленні емпіричного значення критерію перевірки статистичної гіпотези користуються співвідношенням:  $H_e = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{k=1}^N \frac{r_k^2}{n_k} - 3(n+1)$ , де  $r_k$  – сума рангів у групі  $k$ ,  $N$  – кількість груп,  $n_k$  – об'єм групи  $k$ ,  $n$  – об'єм об'єднаної вибірки. Для визначення критичного значення критерію перевірки статистичної гіпотези на рівні  $\alpha$  використовують розподіл  $\chi^2$ . Кількість

ступенів вільності при цьому визначається з розрахунку  $N - 1$ . Якщо емпіричне значення критерію більше критичного, то на вибраному рівні достовірності гіпотеза щодо відсутності статистично значущої відмінності між масивами даних відхиляється.

Нехай 10 експертів оцінювали у п'ятибальній системі творчі роботи десятикласників чотирьох паралельних класів (по 10 учнів у кожному). При цьому загальний бал, набраний учнем, дорівнював сумі оцінок десяти експертів. Результати зазначеного обстеження представлені у таблиці Д 10.3.

Таблиця Д 10.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	37	13	39	21	29	18	26	27	15	50
Б	11	25	17	42	34	48	40	22	31	36
В	49	30	23	14	46	19	47	35	43	32
Г	20	33	45	38	24	41	12	28	16	44

Упорядкувавши масив даних чотирьох вибірок, одержуємо:  $B_1(1)$ ;  $\Gamma_7(2)$ ;  $A_2(3)$ ;  $B_4(4)$ ;  $A_9(5)$ ;  $\Gamma_9(6)$ ;  $B_3(7)$ ;  $A_6(8)$ ;  $B_6(9)$ ;  $\Gamma_1(10)$ ;  $A_4(11)$ ;  $B_8(12)$ ;  $B_3(13)$ ;  $\Gamma_5(14)$ ;  $B_2(15)$ ;  $A_7(16)$ ;  $A_8(17)$ ;  $\Gamma_8(18)$ ;  $A_5(19)$ ;  $B_2(20)$ ;  $B_9(21)$ ;  $B_{10}(22)$ ;  $\Gamma_2(23)$ ;  $B_5(24)$ ;  $B_8(25)$ ;  $B_{10}(26)$ ;  $A_1(27)$ ;  $\Gamma_4(28)$ ;  $A_3(29)$ ;  $B_7(30)$ ;  $\Gamma_6(31)$ ;  $B_4(32)$ ;  $B_9(33)$ ;  $\Gamma_{10}(34)$ ;  $\Gamma_3(35)$ ;  $B_5(36)$ ;  $B_7(37)$ ;  $B_6(38)$ ;  $B_1(39)$ ;  $A_{10}(40)$ . У дужках вказано ранги об'єктів, зібраних в одну групу. Знаходимо суму рангів для кожної вибірки:  $r_A = 3 + 5 + 8 + 11 + 16 + 17 + 19 + 27 + 29 + 40 = 175$ ;  $r_B = 1 + 7 + 12 + 15 + 21 + 24 + 26 + 30 + 32 + 38 = 206$ ;  $r_V = 4 + 9 + 13 + 20 + 22 + 25 + 33 + 36 + 37 + 39 = 238$ ;  $r_\Gamma = 2 + 6 + 10 + 14 + 18 + 23 + 28 + 31 + 34 + 35 = 201$ . Обчислимо тепер значення статистики  $H_e = \frac{12}{40 \cdot (40+1)} \left( \frac{175^2}{10} + \frac{206^2}{10} + \frac{238^2}{10} + \frac{201^2}{10} \right) - 3(40 + 1) = 0,0073(3062,5 + 4243,6 + 5664,4 + 4040,1) - 123 = 1,177$ . Задавши рівень ймовірності  $\alpha = 0,05$  і врахувавши той факт, що кількість ступенів вільності у нашому випадку рівна 3, з таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смир-

нов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) виписуємо  $H_c = 7,815$ . Оскільки  $H_e < H_c$ , то є підстави з 95% вірогідністю стверджувати, що старшокласники чотирьох паралельних класів не відрізняються за рівнем творчих здібностей.

### 11. Висновки щодо середнього арифметичного.

*Висновки щодо середнього значення сукупності.* Нехай у процесі обстеження рівня інтелектуального розвитку четвертокласників в одній із шкіл у минулому навчальному році було одержано середнє значення коефіцієнта інтелекту  $\overline{IQ} = 118$ . У поточному навчальному році з четвертокласників цієї школи утворено просту випадкову вибірку об'ємом 10 осіб і виконано діагностику їхнього інтелектуального розвитку. Дані обстеження подані у таблиці Д 11.1.

Таблиця Д 11.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IQ	97	125	115	104	129	116	131	110	119	123

Володіючи цими даними, адміністрацію навчального закладу може зацікавити відповідь на одне з запитань: 1. Можливо, рівень інтелектуального розвитку випускників початкової школи у цьому році усе-таки вищий у порівнянні з минулорічними випускниками? 2. Чи не є нижчим середнє значення коефіцієнта інтелекту в цьогорічних четвертокласників у порівнянні з минулорічними? 3. Швидше за все рівень інтелектуального розвитку випускників початкової школи впродовж двох останніх років константний?

Щоб відповісти на третє запитання, дослідник формулює необхідну статистичну гіпотезу і перевіряє її за допомогою відповідної статистики на вибраному ним довільному рівні ймовірності, як це показано у таблиці Д.11.2. При цьому припускається, що величина  $X$  у сукупності нормально розподілена, а вибірка репрезентативна.

Таблиця Д.11.2.Перевірка середнього: випадок однієї малої вибірки

одностороння перевірка	двостороння перевірка

гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_0$ $H_1: \mu_1 < \mu_0$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_0$ $H_1: \mu_1 > \mu_0$	$H_0: \mu_1 = \mu_0$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_0$
статистика перевірки	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$		
кількість ступенів вільності	$n - 1$		
відхилення $H_0$	$t < -t_\alpha$	$t > t_\alpha$	$ t  > t_{\alpha/2}$

Обчислимо насамперед середнє арифметичне значення коефіцієнта інтелекту і його стандартне відхилення.  $\overline{IQ} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} IQ_i = \frac{1}{10} (97 + 125 + 115 + 104 + 129 + 116 + 131 + 110 + 119 + 123) = 116,9 \approx 117$ .

Оперуючи значенням  $\overline{IQ}$ , обчислимо  $s_{IQ} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (IQ_i - \overline{IQ})^2}{10-1}} = \frac{1}{3} (\sqrt{441 + 49 + 9 + 196 + 121 + 4 + 169 + 64 + 1 + 25}) = 10,9$ . Після цього обчислюємо статистику  $t_e = \frac{\overline{IQ} - IQ_0}{\frac{s_{IQ}}{\sqrt{n}}} = \frac{117 - 118}{\frac{10,9}{\sqrt{10}}} = -0,29$ .

Критичними значеннями для перевірки  $H_0$  на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n-1$  ступенем вільності є точки  $-_{\alpha/2}t_{n-1}$  і  $_{\alpha/2}t_{n-1}$ . У нашому випадку  $k = n - 1 = 10 - 1 = 9$ ;  $\alpha/2 = 0,025$ . З таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) знаходимо  $t_c = 2,26$ .  $H_0$  приймається, якщо  $-_{\alpha/2}t_{n-1} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n-1}$ . У нашому випадку  $-2,26 < -0,29 < 2,26$ . Що дає підстави вважати, що з 95% вірогідністю можна стверджувати, що середній рівень інтелектуального розвитку випускників початкової школи за останні два роки не змінився. Відповідь на перші два запитання вимагає односторонньої перевірки відповідних статистичних гіпотез. У нашому випадку не можна відхилити ні першу, ні другу гіпотези, що, фактично, спонукає сформулювати третю, вище перевірену. Наведений вище алгоритм справедливий у випадку залучення до дослідження вибірок малого об'єму.

У випадку великої за об'ємом вибірки (див. таблицю Д 11.3) для перевірки статистичної гіпотези щодо відмінності середнього арифметичного значен-

ня досліджуваної величини від наперед заданого значення послуговуються статистикою  $z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$ . Нехай одержано те саме середнє арифметичне значення коефіцієнта інтелекту, але з залученням до дослідження вибірки об'ємом 100 осіб. Досліднику з попередніх досліджень відомо також, що стандартне відхилення коефіцієнта інтелекту у сукупності складає 10,9. Тоді  $z_e = \frac{117 - 118}{\frac{10,9}{\sqrt{100}}} = -0,9174$ . Нульова гіпотеза приймається, якщо  $-z_{\alpha/2} \leq z_e \leq z_{\alpha/2}$ . У таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) знаходимо  $z_c = 1,96$ . У нашому випадку  $-1,96 < -0,9174 < 1,96$ . Тобто зазначений вище рівень інтелектуального розвитку залишився незмінним.

Таблиця Д 11.3. Перевірка середнього: випадок однієї великої вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_0$ $H_1: \mu_1 < \mu_0$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_0$ $H_1: \mu_1 > \mu_0$	$H_0: \mu_1 = \mu_0$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_0$
статистика перевірки	$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$		
ступені вільності	-		
відхилення $H_0$	$z < -z_\alpha$	$z > z_\alpha$	$ z  > z_{\alpha/2}$

*Висновки щодо  $\mu_1 - \mu_2$  у випадку незалежних вибірок.* Нехай у процесі дослідження з двох сукупностей, в яких досліджувана величина  $X$  нормально розподілена, утворено дві репрезентативні незалежні вибірки і одержано відповідно два середні значення досліджуваної величини  $\bar{x}_1 = 120$  і  $\bar{x}_2 = 110$ . На основі одержаних значень дослідник ставить перед собою завдання порівняти середні значення досліджуваної величини для сукупностей. З цією метою він формулює статистичну гіпотезу:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$



і перевіряє її за допомогою  $t$ -критерія Стьюдента (див. таблицю Д 11.4), який дає надійні результати у випадку не чисельних вибірок. При цьому припускається, що дисперсії значень величини  $X$  у двох сукупностях рівні. Перевірка гіпотези  $H_0$  здійснюється за допомогою критерію:

$$t_e = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}. \text{ Якщо } n_1 = 100, \text{ а } n_2 = 120, \text{ обчислення}$$

дисперсії значень досліджуваної величини дало  $s_1^2 = 80,7$  і  $s_2^2 = 79,8$ , то  $t_e =$

$$\sqrt{\frac{120 - 110}{\frac{99 \cdot 80,7 + 119 \cdot 79,8}{218} \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{120}\right)}} = 0,047.$$

Для перевірки  $H_0$  на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n_1 + n_2 - 2$  ступенем вільності користуються критичними значеннями  $-_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$  і  $_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$ . Якщо  $-_{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n_1+n_2-2}$ , то  $H_0$  приймається. У нашому випадку у таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) для  $\alpha = 0,05$  знаходимо  $t_c = 1,97$ . Тобто,  $-1,97 < 0,047 < 1,97$ , що дає підставу прийняти гіпотезу щодо рівності середніх значень досліджуваної величини у двох сукупностях.

Таблиця Д 11.4. Перевірка середнього: випадок двох малих вибірок

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
статистика перевірки	$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$ ; $s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$		
кількість ступенів вільності	$n_1 + n_2 - 2$		
відхилення $H_0$	$t < -t_\alpha$	$t > t_\alpha$	$ t  > t_{\alpha/2}$

Якщо до дослідження було залучено вибірки з  $n_1 = 1000$  і  $n_2 = 1200$  та одержано середні значення досліджуваної характеристики  $x_1 = 117$ , а  $x_2 = 119$ , а з попередніх досліджень відомо, що  $\sigma_1^2 = 91$ , а  $\sigma_2^2 = 94$ , то для перевірки статистичної гіпотези щодо рівності середніх значень для сукупностей використовують статистику (див. таблицю Д 11.5).

Таблиця Д 11.5. Перевірка середнього: випадок двох великих вибірок

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
статистика перевірки	$z = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$		
ступені вільності	-		
відхилення $H_0$	$z < -z_\alpha$	$z > z_\alpha$	$ z  > z_{\alpha/2}$

У нашому випадку  $z_e = \frac{117-119}{\sqrt{\frac{91}{1000} + \frac{94}{1200}}} = -4,86$ . Оскільки на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$ , у таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) знаходимо  $z_c = 1,96$ , то маємо підставу відхилити гіпотезу про рівність середніх значень досліджуваної величини у двох сукупностях.

Слід зазначити, що у випадку відсутності знань щодо дисперсій у сукупностях послуговуються обчисленими значеннями дисперсій у вибірках.

*Висновки щодо  $\mu_1 - \mu_2$  у випадку залежних вибірок.* Цей випадок відрізняється від попереднього лише тим, що репрезентативні вибірки утворюються із залежних сукупностей. Якщо дослідних хоче порівняти два навчальні завдання тощо, пропонуючи їх одним і тим же суб'єктам, то

одержані дані (скажімо, успішності) уже не будуть незалежними. Дві залежні вибірки завжди можна представити таким чином, щоб знайти кожному елементу вибірки 1 відповідний елемент вибірки 2. Позначимо  $x_{i_1} - x_{i_2} = d_i$ . Тоді для перевірки нульової гіпотези щодо  $\mu_1 - \mu_2$  використовують критерій:

$$t_e = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}, \text{ де } s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}, \bar{d} = \sum_{i=1}^n d_i / n$$

Для перевірки  $H_0$  на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n - 1$  ступенем вільності користуються критичними значеннями  $-_{\alpha/2}t_{n-1}$  і  $_{\alpha/2}t_{n-1}$ . Якщо  $-_{\alpha/2}t_{n-1} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n-1}$ , то  $H_0$  приймається.

Нехай на початку навчального року обстежено рівень інтелектуального розвитку у 10 десятикласників, які утворюють репрезентативну просту випадкову вибірку з сукупності десятикласників вибраного для дослідження навчального закладу. На кінець навчального року у цих же учнів повторно продіагностували рівень розвитку інтелекту. Дані виконаного обстеження представлені у таблиці Д 11.6.

Таблиця Д 11.6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$IQ_1$	117	115	119	116	99	101	128	120	132	107
$IQ_2$	119	114	121	117	99	102	127	124	135	106
$d_i$	-2	1	-2	-1	0	-1	1	-4	-3	1
$d_i$	-1	2	-1	0	1	0	2	3	-2	2
$-\bar{d}$										

Обчисливши середнє арифметичне значення різниць, одержуємо  $\bar{d} = -1$ . Отже,  $s_d = \frac{1}{3}\sqrt{1 + 4 + 1 + 0 + 1 + 0 + 4 + 9 + 4 + 4} = 1,76$ . Таким чином,  $t_e = -\frac{1}{\frac{1,76}{\sqrt{10}}} = -1,80$ . У таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) для  $\alpha = 0,05$  знаходимо  $t_c = 2,26$ . А це означає, що  $-2,26 < -1,80 < 2,26$ . Тобто середні значення ін-

телектуального розвитку десятикласників на початку і в кінці навчального року статистично значущо не відрізняються між собою.

Загалом у випадку залежних вибірок користуються співвідношеннями, наведеними у таблиці Д 11.7. Якщо середній приріст інтелектуальних досягнень учнів залученого до дослідження навчального закладу в минулому році складав 0,8 бала, а в цьому навчальному році зазначений приріст становить 1 бал, то резонно виникає запитання: чи є статистично значущою ця різниця? Щоб відповісти на поставлене запитання, скористаємось значенням стандартного відхилення різниць інтелектуальних досягнень учнів за результатами обстеження на початку і в кінці навчального року ( $s_d = 1,76$ ) і використаємо статистику  $t = \frac{\bar{D} - D_0}{\frac{s_D}{\sqrt{n}}} = \frac{1 - 0,8}{\frac{1,76}{\sqrt{10}}} = 0,359$ . У таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) для  $\alpha = 0,05$  знаходимо  $t_c = 2,26$ . А це означає, що  $-2,26 < 0,359 < 2,26$ . Тобто прирости інтелектуальних досягнень учнів протягом навчального року за останні два роки статистично значущо не відрізняються між собою.

Таблиця Д 11.7. Перевірка середнього: залежні вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \mu_D \geq D_0$ $H_1: \mu_D < D_0$	$H_0: \mu_D \leq D_0$ $H_1: \mu_D > D_0$	$H_0: \mu_D = D_0$ $H_1: \mu_D \neq D_0$
статистика перевірки	$t = \frac{\bar{D} - D_0}{s_D / \sqrt{n_D}}$		
кількість ступенів вільності	$n_D - 1$		
відхилення $H_0$	$t < -t_\alpha$	$t > t_\alpha$	$ t  > t_{\alpha/2}$

Зауважимо, що зазначеними співвідношеннями можна користуватись у тих випадках, коли різниці розподілені нормально.

## 12. Висновки щодо дисперсії.

*Висновки відносно дисперсії сукупності.* Нехай з попередніх досліджень відомо, що дисперсія  $\sigma_x^2$  величини  $X$  у сукупності дорівнює деякому числу  $a$ . За результатами виконаного дослідження обчислено значення дисперсії  $s_x^2$ . Перед дослідником постає запитання: чи підтверджують одержані емпіричні дані відомий факт щодо значення дисперсії вимірюваної величини у сукупності? Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно перевірити статистичну гіпотезу  $H_0: \sigma_x^2 = a$ . При цьому приймається, що величина  $X$  нормально розподілена у сукупності, а вибірка об'ємом  $n$ , на основі якої оцінюється  $\sigma_x^2$ , є репрезентативною. Для перевірки  $H_0: \sigma_x^2 = a$  використовується статистика:  $\chi_e^2 = \frac{(n-1)s_x^2}{a}$ . На рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n-1$  ступенем вільності критичними точками для перевірки зазначеної гіпотези є  $_{1-(\alpha/2)}\chi^2_{n-1}$  і  $_{\alpha/2}\chi^2_{n-1}$ . Критичні значення для перевірки зазначеної гіпотези беруть з таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).  $H_0: \sigma_x^2 = a$  приймається, якщо  $_{1-(\alpha/2)}\chi^2_{n-1} \leq \chi_e^2 \leq _{\alpha/2}\chi^2_{n-1}$ .

Наведені вище міркування стосуються випадку двосторонньої перевірки статистичних гіпотез відносно значення дисперсії у сукупності. Узагальнені процедури щодо перевірки такого роду гіпотез наводяться у таблиці Д 12.1.

Таблиця Д 12.1. Перевірка дисперсії у випадку однієї вибірки

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \sigma^2 \geq \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 < \sigma_0^2$	$H_0: \sigma^2 \leq \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 > \sigma_0^2$	$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 \neq \sigma_0^2$

статистика перевірки	$\chi^2 = \frac{s^2(n-1)}{\sigma_0^2}$		
кількість ступенів вільності	$n - 1$		
відхилення $H_0$	$\chi^2 < \chi_{1-\alpha}^2$	$\chi^2 > \chi_{\alpha}^2$	$\chi_{1-\alpha/2}^2 < \chi^2 < \chi_{\alpha/2}^2$

Використаємо дані таблиці Д 11.6 і обчислимо дисперсію значень коефіцієнта інтелекту десятикласників на початку навчального року. Для цього спочатку обчислимо  $\overline{IQ}_1 = \frac{1}{10}(117 + 115 + 119 + 116 + 99 + 101 + 128 + 120 + 132 + 107) = 115,4 \approx 115$ . Це дозволяє обчислити дисперсію:  $s_{IQ} = \frac{1}{3}\sqrt{4 + 0 + 16 + 1 + 256 + 196 + 169 + 25 + 289 + 64} = 10,7$ .

Адміністрації навчального закладу відомо, що дисперсія рівня інтелектуального розвитку у сукупності десятикласників становить 10,4. Як наслідок, постає запитання: чи є одержана розбіжність статистично значущою чи вона обумовлена похибкою обстеження? Щоб відповісти на це запитання, обчислимо статистику і порівняємо одержане значення з табличними критичними на вибраному рівні ймовірності.  $\chi_e^2 = \frac{9 \cdot 10,7}{10,4} = 9,26$ . Традиційно вибравши  $\alpha = 0,05$ , у таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) знаходимо для 9 ступенів вільності  $\chi_{\alpha/2}^2 = 19,02$  і  $\chi_{1-\alpha/2}^2 = 2,7$ . Отже, можна з 95% вірогідністю стверджувати, що одержана розбіжність обумовлена похибкою обстеження.

*Висновки відносно  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  для незалежних вибірок.* У задачах такого типу приймається, що вибірка об'ємом  $n_1$  випадково утворюється у межах сукупності з  $\mu_1$  і  $\sigma_1^2$ . Незалежна випадкова вибірка об'ємом  $n_2$  утворюється у межах сукупності з  $\mu_2$  і  $\sigma_2^2$ . Для перевірки зазначеної гіпотези використовують критерії, представлені у таблиці Д 12.2. У випадку

перевірки гіпотези щодо рівності двох дисперсій критичними значеннями на рівні ймовірності  $\alpha$  є точки  $_{\alpha/2}F_{n_1-1, n_2-1}$  і  $_{1-(\alpha/2)}F_{n_1-1, n_2-1}$ . При цьому

$1 - (\alpha/2) F_{n_1-1, n_2-1} = \frac{1}{\alpha/2 F_{n_2-1, n_1-1}}$ . Гіпотеза  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  приймається, якщо  $\frac{1}{\alpha/2 F_{n_2-1, n_1-1}} \leq F_e \leq \alpha/2 F_{n_1-1, n_2-1}$ . Критичні значення беруть з таблиці 3.5 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).

У таблиці Д 12.2 наводиться процедура перевірки статистичних гіпотез стосовно рівності двох дисперсій у випадках одностороннього та двостороннього критеріїв. Перевірка зазначених гіпотез побудована на припущеннях, що вибірки незалежні, а досліджувана величина у сукупностях нормально розподілена.

Таблиця Д 12.2. Перевірка рівності дисперсій у випадку двох вибірок

	одностороння перевірка		двостороння перевірка
гіпотези	$H_0: \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2$	$H_0: \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
статистика перевірки	$F = \frac{s_2^2}{s_1^2}$	$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$	$F$ = $\frac{\text{більше значення дисперсії}}{\text{менше значення дисперсії}}$
кількість ступенів вільності	$df_1 = n_1 - 1; df_2 = n_2 - 1$		
відхилення $H_0$	$F > F_\alpha$		$F > F_{\alpha/2}$

При перевірці гіпотези про рівність середніх значень досліджуваної величини для двох сукупностей було використано припущення щодо рівності дисперсій у цих сукупностях. Переконаємося, чи було таке припущення коректним. Для цього обчислимо статистику  $F = \frac{80,7}{79,8} = 1,01$ . З таблиці 3.5 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) виписуємо критичні значення  $\frac{1}{F_{119,99}} = \frac{1}{1,40} = 0,71$ ;  $f_{99,119} = 1,47$ . Оскільки обчислене значення статистики знаходиться в інтервалі, утвореному зазначеними критичними значеннями, то припущення щодо рівності дисперсій у

сукупностях було коректним. У таких випадках сукупність з більшим значенням дисперсії отримує статус першої, а з меншим – другої.

*Висновки відносно  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  для залежних вибірок.* У випадку двох залежних вибірок однакового об'єму з нормальним розподілом досліджуваної величини у сукупностях статистична гіпотеза  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  перевіряється за допомогою критерію:  $t_e = \frac{s_1^2 - s_2^2}{\sqrt{\frac{4s_1^2 s_2^2}{n-2} (1-r_{12}^2)}}$ . У записаному співвідношенні  $n$  – кількість

пар спостережень,  $r_{12}$  – коефіцієнт кореляції, знайдений для  $n$  пар спостережень. Для перевірки гіпотези на рівні ймовірності  $\alpha$  з  $n-2$  ступенем вільності користуються критичними значеннями  $-_{\alpha/2} t_{n-2}$  і  $_{\alpha/2} t_{n-2}$ . Критичні значення для  $t$  беруть із таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.)  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$  приймається, якщо  $-_{\alpha/2} t_{n-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2} t_{n-2}$ .

Використаємо дані таблиці Д 11.6 і обчислимо дисперсію значень рівня інтелектуального розвитку десятикласників на кінець навчального року.

$$\overline{IQ}_2 = \frac{1}{10} (119 + 114 + 121 + 117 + 99 + 102 + 127 + 124 + 135 + 106) =$$

$$116,4 \approx 116.$$

Обчислимо

тепер

$$\text{дисперсію: } s_{IQ}^2 = \frac{1}{3} \sqrt{9 + 4 + 25 + 1 + 289 + 196 + 121 + 64 + 361 + 100} =$$

11,4. Щоб обчислити кореляційний зв'язок між даними для двох обстежень,

скористаємось співвідношенням  $r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$  і

обчислимо необхідні суми, використовуючи дані таблиці Д 12.3.

Таблиця Д.12.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
$IQ_1$	117	115	119	116	99	101	128	120	132	107	1154
$IQ_2$	119	114	121	117	99	102	127	124	135	106	1164



$IQ_1$	13923	13110	14399	13572	9801	10302	16256	14880	17820	11342	135405
$\cdot IQ_2$											
$IQ_1^2$	13689	13225	14161	13456	9801	10201	16384	14400	17424	11449	134190
$IQ_2^2$	14161	12996	14641	13689	9801	10404	16129	15376	18225	11236	136658

Отже,  $r_{1,2} = \frac{10 \cdot 135405 - 1154 \cdot 1164}{\sqrt{(10 \cdot 134190 - 1331716)(10 \cdot 136658 - 1354896)}} = \frac{1354050 - 1343256}{\sqrt{10184 \cdot 11684}} = \frac{10794}{10908} = 0,99$ . Таким чином,  $t_e = \frac{80,7 - 79,8}{\sqrt{\frac{4 \cdot 80,7 - 79,8}{8} \cdot 0,01}} = \frac{0,9}{5,67} = 0,1587$ . Критичними зна-

ченнями у даному ( $\alpha = 0,05$ ) випадку є  $t_c = \pm 2,306$ . Що дає підстави стверджувати про відсутність статистично значущої відмінності між дисперсіями значень коефіцієнта інтелекту в десятикласників на початку і в кінці навчального року.

### 13. Обчислення кореляційного зв'язку.

*Метрична шкала.* Якщо змінні  $X$  і  $Y$  виміряні у метричній (інтервальній чи відношень) шкалі, то коефіцієнт кореляції (К. Пірсона) обчислюється із

співвідношення:  $r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$ , де  $n$  – об'єм вибірки.

Технологія обчислення коефіцієнта кореляції у цьому випадку наводиться у попередньому пункті додатків.

*Порядкова шкала.* Якщо характеристики  $X$  і  $Y$  зафіксовані у порядковій шкалі, то для обчислення кореляційного зв'язку між ними (коефіцієнт кореляції Ч. Спірмена) користуються співвідношенням:

$r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)}$ ,

де  $n$  – об'єм вибірки. Нехай навчальні досягнення з хімії і біології групи учнів представлені у таблиці Д 13.1.

Таблиця Д 13.1

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
X	6	8	9	7	11	10	12	8	9	10
Б	7	8	6	9	10	8	11	12	9	10
X-Б	-1	0	3	-2	1	2	1	-4	0	0
(X-Б) <sup>2</sup>	1	0	9	4	1	4	1	16	0	0

$$\text{Отже, } r = 1 - \frac{6(1+0+9+4+1+4+1+16+0+0)}{10(100-1)} = 1 - \frac{216}{990} = 0,78.$$

*Номинальна шкала.* Якщо характеристики  $X$  і  $Y$  ідентифіковані у номінальній шкалі (а саме, приймають умовні значення  $0$  і  $1$ ), то кореляційний зв'язок між ними обчислюють за допомогою:  $r = \frac{bc - ad}{\sqrt{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}}$ ,

де  $a$  – кількість об'єктів, що мають  $0$  по  $X$  і  $1$  по  $Y$ ;  $b$  – кількість об'єктів, що мають  $1$  по  $X$  і  $1$  по  $Y$ ;  $c$  – кількість об'єктів, що мають  $0$  по  $X$  і  $0$  по  $Y$ ;  $d$  – кількість об'єктів, що мають  $1$  по  $X$  і  $0$  по  $Y$ .

В обстеженні навчальних досягнень з фізики і хімії використано критеріально орієнтовані тести. Результати обстеження представлені у таблиці Д 13.2. Знаком (+) передано факт одержання критичного і вищого балу, знаком (–) – меншого за критичне значення балу; у комірках таблиці подано кількість учнів з відповідними показниками з двох навчальних предметів.

Таблиця Д 13.2

	Φ(+)	Φ(–)
X(+)	b = 10	a = 5
X(–)	d = 5	c = 10

Постає резонне запитання: наскільки пов'язані між собою навчальні досягнення з цих двох навчальних предметів. Обчислення показують, що  $r =$

$$\frac{10 \cdot 10 - 5 \cdot 5}{\sqrt{(5+10)(10+5)(5+10)(10+5)}} = \frac{75}{225} = 0,3.$$

У випадку ідентифікації двох характеристик у номінальній шкалі, коли хоча б одна з них набуває більше, ніж два значення, обчисленню міри кореляційного зв'язку передуює перевірка статистичної гіпотези щодо його наявності. Визначаючи кореляційний зв'язок між даними, одержаними у шкалі найменувань, фактично перевіряють на незалежність класифікації об'єктів вивчення за двома (найчастіше) чи більшою кількістю ознак, кожна з яких може набувати декількох значень.

Нехай у процесі дослідження ставлення 100 випускників середньої школи (які утворюють репрезентативну вибірку) до класичної музики і поетичної творчості одержано дані, представлені у таблиці Д 13.3, в якій захоплення класичною музикою позначено (1), нейтральне ставлення до неї (2), негативне сприйняття класичних творів (3), власні поетичні проби (I), захоплення поезією (II), байдуже ставлення до поетичного слова (III). У комірках зазначеної таблиці наводиться кількість респондентів з притаманним їм ставленням до музики і поезії.

Таблиця Д 13.3

$j \backslash i$	I	II	III	
1	14	13	9	36
2	11	6	12	29
3	10	8	17	35
	35	27	38	100

Постає резонне запитання: чи є наведена класифікація учнів незалежною? Щоб відповісти на поставлене запитання, формулюють нульову гіпотезу, згідно з якою класифікація за двома ознаками є незалежною. Перевірка нуль-гіпотези щодо незалежності класифікації еквівалентна перевірці гіпотези про те, що ймовірність появи об'єкта, який попадає у комірку  $ij$  таблиці спорідненості, дорівнює добутку ймовірності того, що елемент належить будь-якій ко-

мірці у рядку  $i$ , і ймовірності того, що він належить будь-якій комірці у стовпчику  $j$ . Тобто  $H_0 : P_{ij} = P_i \cdot P_j$ . Для перевірки гіпотези використовують статистику:  $\chi_e^2 = n \left[ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{f_{ij}^2}{f_i \cdot f_j} - 1 \right]$ , де  $f_{ij}$  – кількість спостережень у комірці  $ij$ ,  $f_i$  – кількість спостережень в  $i$ -ому рядку таблиці,  $f_j$  – кількість спостережень в  $j$ -ому стовпчику таблиці. Критичним значенням для перевірки зазначеної гіпотези є  $_{1-\alpha} \chi_{(I-1)(J-1)}^2$ . Критичні значення для перевірки зазначеної гіпотези беруть з таблиці 2.2а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).  $H_0 : P_{ij} = P_i \cdot P_j$  приймається на рівні ймовірності  $\alpha$ , якщо  $\chi_e^2 \leq _{1-\alpha} \chi_{(I-1)(J-1)}^2$ .

У нашому випадку  $\chi_e^2 = 100 \left( \frac{196}{36 \cdot 35} + \frac{169}{36 \cdot 27} + \frac{81}{36 \cdot 38} + \frac{121}{29 \cdot 35} + \frac{36}{29 \cdot 27} + \frac{144}{29 \cdot 38} + 10035 \cdot 35 + 6435 \cdot 27 + 28935 \cdot 38 - 1 = 1000,16 + 0,17 + 0,06 + 0,12 + 0,06 + 0,13 + 0,08 + 0,07 + 0,22 - 1 = 7$ . На рівні ймовірності 95% знаходимо критичне значення  $\chi_4^2 = 0,71$ . Отже, є підстави гіпотезу про незалежність класифікації відхилити.

Якщо з'ясується, що між характеристиками існує зв'язок, то постає потреба його кількісно оцінити. Критерієм для оцінки зв'язку є величина:  $r = \frac{\chi^2}{n}$ . У нашому випадку  $r = \frac{7}{100} = 0,07$ .

Зазначений критерій застосовний у випадку, коли таблиці мають однако-ву кількість ступенів вільності, але можуть містити різну кількість спостережень. Для встановлення величини зв'язку у випадку  $k_1 \neq k_2$  використовують коефіцієнт взаємного зв'язку:  $R = \frac{r}{\sqrt{(k_1 - 1)(k_2 - 1)}}$ .

Наявність кореляційного зв'язку без визначення його міри у випадку оперування номінальними даними можна встановити шляхом процентування. У процесі процентування оперують репрезентативними і не репрезентативними

вибірками, здійснюючи аналіз від причини до наслідку або від наслідку до причини.

Нехай з сукупності старшокласників адміністративного району утворено просту випадкову (репрезентативну) вибірку об'ємом 1000 осіб і обстежено їх участь у гуртковій роботі з одержанням репрезентативних результатів. Дані обстеження представлені у таблиці Д 13.4.

Таблиця Д 13.4

	1	2	3	Всього
IX	140	120	80	340
X	80	90	160	330
XI	120	110	100	330
Всього	340	320	340	1000

У таблиці Д 13.4 по вертикалі відкладено класи, по горизонталі – кількість гуртків, у комірках – кількість учнів даного класу, що беруть участь у позначеній кількості гуртків.

Обчислимо для кожного класу відсоток учнів, які беруть участь у відповідній кількості гуртків, як це показано у таблиці Д 13.5.

Таблиця Д 13.5

	1	2	3	Всього, %
IX	41	35	24	100
X	24	27	49	100
XI	36	33	31	100

З таблиці Д 13.5 видно, що у десятому класі найбільш сприятливі умови для позакласної та позашкільної роботи.

Обчислимо тепер відсоток учнів, які беруть участь у роботі одного, двох і трьох гуртків у межах трьох класів, як це показано у таблиці Д 13.6.

Таблиця Д 13.6

	1	2	3
IX	41	38	24
X	24	28	47
XI	35	34	29
Всього,%	100	100	100

З таблиці Д 13.6 робимо висновок, що частка мало активних учнів найменша серед десятикласників. Проте це не тому, що у десятому класі найбільш сприятливі умови для гурткової роботи, а тому, що в залученій до дослідження вибірці десятикласників було найменше.

Наведені приклади ілюструють аналіз від причини до наслідку і від наслідку до причини у випадку репрезентативності двох обстежуваних характеристик (освітній рівень учня та його участь у роботі гуртків).

Слід зазначити, що процентування здійснюють лише за репрезентативною характеристикою. У випадку не репрезентативності двох характеристик, встановлення кореляційного зв'язку між ними шляхом процентування не можливе. Врешті, якщо репрезентативність не можна встановити, процентування допустиме в обох напрямках, але за умови, що встановлені зв'язки піддадуться додатковій перевірці, бо вони є орієнтовними.

*Дихотомічна – порядкова шкали.* Якщо характеристика  $X$  ідентифікується у дихотомічній шкалі, набуваючи значень  $0$  та  $1$ , а характеристика  $Y$  фіксується у порядковій шкалі, то за відсутності зв'язаних рангів для обчислення кореляційного зв'язку між ними користуються співвідношенням:  $r = \frac{2}{n}(\bar{y}_{.1} - \bar{y}_{.0})$ , де  $n$  – кількість об'єктів вибірки;  $\bar{y}_{.1}$  – середній ранг об'єктів для  $x = 1$ ;  $\bar{y}_{.0}$  – середній ранг об'єктів для  $x = 0$ . Якщо групу з 20 учнів, серед яких 10 хлопців і 10 дівчат упорядкували за результатами виконання ними творчого завдання так, як показано у таблиці Д 13.7, то коефіцієнт кореляції між факторами статі і рівня творчих здібностей  $r = \frac{2}{20}(11,1 - 9,9) = 0,12$ .

Таблиця Д 13.7

X	3	5	8	9	10	11	13	14	18	20
Д	1	2	4	6	7	12	15	16	17	19

Оскільки  $\bar{y}_X = \frac{1}{10} (3 + 5 + 8 + 9 + 10 + 11 + 13 + 14 + 18 + 20) = 11,1$ ;  
 $\bar{y}_D = \frac{1}{10} (1 + 2 + 4 + 6 + 7 + 12 + 15 + 16 + 17 + 19) = 9,9$ .

*Дихотомічна – метрична шкали.* Якщо характеристика  $X$  ідентифікується у дихотомічній шкалі, набуваючи значень  $0$  та  $1$ , а величина  $Y$  вимірюється у метричній (інтервалів чи відношень) шкалі, то для обчислення кореляційного зв'язку між ними використовують співвідношення:

$$r = \frac{\bar{y}_{.1} - \bar{y}_{.0}}{s_y} \sqrt{\frac{n_1 n_0}{n(n-1)}}$$

де  $\bar{y}_{.1}$  – середнє значення для об'єктів, для яких  $x = 1$ ;  $\bar{y}_{.0}$  – середнє значення для об'єктів, для яких  $x = 0$ ;  $s_y$  – стандартне відхилення для  $n$  об'єктів;  $n_1$  – кількість об'єктів для яких  $x = 1$ ;  $n_0$  – кількість об'єктів для яких  $x = 0$ ;  $n = n_1 + n_0$ .

Загально відомо, що стать учнів та їхній зріст позитивно корелюють. Щоб перевірити цей зв'язок в одній із початкових шкіл, було утворено просту випадкову вибірку з 15 осіб і виконано необхідні вимірювання. Результати обстеження представлені у таблиці Д 13.8, у якій особам чоловічої статі присвоєно  $1$ , а жіночої –  $0$ . У верхньому рядку таблиці позначено членів вибірки.

Таблиця Д 13.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
131	133	141	139	129	137	142	140	128	136	134	135	143	130	138

Обчислимо  $\bar{y}_{.1} = \frac{1}{7} (141 + 139 + 129 + 142 + 136 + 135 + 143) = 137,9$  та  $\bar{y}_{.0} = \frac{1}{8} (131 + 133 + 137 + 140 + 128 + 134 + 130 + 138) = 133,9$ .

Щоб обчислити  $s_y$ , насамперед обчислюємо  $\bar{y} = \frac{1}{15} (141 + 139 + 129 + 142 +$

$$136 + 135 + 143 + 131 + 133 + 137 + 140 + 128 + 134 + 130 + 138) = 136.$$

Тоді  $s_y = \sqrt{\frac{25+9+49+36+0+1+49+25+9+1+16+64+4+36+4}{15-1}} = 4,8$ . Отже,  $r =$

$$\frac{137,9-133,9}{4,8} \sqrt{\frac{7 \cdot 8}{15 \cdot 14}} = 0,43.$$

*Порядкова – метрична шкали.* Коли змінна  $X$  зафіксована у порядковій шкалі, а змінна  $Y$  – виміряна у метричній (інтервалів чи відношень) шкалі, не розроблено коректного методу обчислення кореляційного зв'язку між ними. У такому випадку значення величини  $Y$  перетворюють у ранги і знаходять значення коефіцієнта кореляції для змінних  $X$  і  $Y$ , зафіксованих у порядковій шкалі.

*Часткова кореляція.* Якщо потрібно знайти міру кореляційного зв'язку між характеристиками  $X$  і  $Y$  за умови, що  $Y$  пов'язана кореляційним зв'язком із  $Z$ , то користуються співвідношенням:

$$r_{xe_{y-z}} = \frac{r_{xy} - r_{xz} r_{yz}}{\sqrt{1 - r_{yz}^2}}.$$

Якщо дослідник по-

ставив перед собою завдання визначити кореляційний зв'язок між рівнем інтелектуального розвитку учнів та об'ємом засвоєного ними навчального матеріалу з певної теми, то він не може обмежитися обстеженням інтелекту та рівня засвоєних знань після вивчення теми, оскільки останній певною мірою визначається початковим рівнем знань учнів. Щоб коректно розв'язати поставлену задачу, необхідно знайти кореляційні зв'язки між інтелектуальними здібностями і початковим рівнем знань, інтелектуальними здібностями і кінцевим рівнем знань та початковим і кінцевим рівнями знань, а також скористатись наведеним вище співвідношенням, що дає (якщо через  $X$  позначити рівень інтелектуальних здібностей учнів, через  $Y$  – кінцевий рівень їхніх знань, а через  $Z$  – початковий рівень знань), взявши для прикладу  $r_{xy} = 0,64$ ;  $r_{xz} =$

$$0,80; r_{yz} = 0,60, r_{xe_{y-z}} = \frac{0,64 - 0,80 \cdot 0,60}{\sqrt{(1 - 0,36)}} = \frac{0,64 - 0,48}{\sqrt{0,64}} = 0,23.$$

Дуже часто дві характеристики корелюють між собою тільки тому, що узгоджено відчують дію третьої. Інколи зв'язок між характеристиками  $X$  і  $Y$  є,



але він відчуває дію спільної причини. Для обчислення коефіцієнта кореляції між характеристиками  $X$  і  $Y$  за умови вилучення дії третьої  $Z$  користуються співвідношенням:  $r_{xy-z} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xz}^2)(1-r_{yz}^2)}}$ . Якщо дослідник хоче визначити ко-

реляційний зв'язок між об'ємом знань до вивчення певної теми і після її вивчення, то, вилучаючи дію інтелектуального фактора і використавши дані наведеного вище прикладу, він одержить:  $r_{yz-x} = \frac{r_{yz} - r_{xy}r_{xz}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)(1-r_{xz}^2)}} = \frac{0,60 - 0,64 \cdot 0,80}{\sqrt{0,59 \cdot 0,36}} =$

$$\frac{0,09}{0,46} = 0,13.$$

Повернемося тепер до випадку, коли виявлений кореляційний зв'язок між досліджуваними характеристиками є позірним, оскільки спричинений виключно дією зовнішнього фактора. Нехай потрібно встановити, чи має місце зв'язок між інтересом до пізнавальних і розважальних програм. Дані опитування представлені у таблиці Д 13.9.

Таблиця Д 13.9

	P (+)	P (-)	
П (+)	410	130	540
П (-)	130	410	540
	540	540	1080

Якщо позначити через  $a$  кількість суб'єктів, що мають інтерес до пізнавальних і розважальних програм, через  $b$  кількість суб'єктів, що мають інтерес до пізнавальних і не мають інтересу до розважальних програм, через  $c$  кількість суб'єктів, що не мають інтересу до пізнавальних, але мають інтерес до розважальних програм і через  $d$  кількість суб'єктів, що не мають інтересу ні до пізнавальних, ні до розважальних програм, то використовуючи формулу Юла ( $r = (ad - cb) / (ad + cb)$ ), отримуємо  $r = 0,82$ . Проте цей зв'язок може бути лише позірним. Введемо контрольну змінну (рівень освіти глядачів) і отримаємо

для осіб з високим рівнем освіти (O+) і осіб з низьким освітнім рівнем (O-) відповідно дані, представлені у таблицях Д 13.10 і Д 13.11.

Таблиця Д 13.10

	П (+)	П (-)	
P (+)	400	80	480
P (-)	50	10	60
	450	90	540

Таблиця Д 13.11

	П (+)	П (-)	
P (+)	10	50	60
P (-)	80	400	480
	90	450	540

Підрахунки дають в обох випадках  $r=0$ . У зв'язку з цим припускаємо, що інтерес до пізнавальних програм не пов'язаний з інтересом до розважальних програм, але як перший, так і другий пов'язані з освітнім рівнем. Щоб перевірити висловлене припущення, побудуємо з наявних даних таблиці Д 13.12 і Д 13.13.

Таблиця Д 13.12

	П (+)	П (-)	
O (+)	450	90	540
O (-)	90	450	540
	540	540	1080

Таблиця Д 13.13

	P (+)	P (-)	
O (+)	480	60	540
O (-)	60	480	540
	540	540	1080

В обох випадках підрахунки  $r$  дають  $0,90$ .

#### 14. Перевірка статистичних гіпотез для кореляційного зв'язку.

Одержавши значення коефіцієнта кореляції  $r_{xy}$  для репрезентативної вибірки, постає запитання, чи можна на цій основі констатувати, що у сукупності  $\rho_{xy} = a$ . Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно перевірити статистичну гіпотезу  $H_0 : \rho_{xy} = a$ . При цьому приймається, що репрезентативна вибірка об'ємом  $n$  пар спостережень утворюється з сукупності, у якій характеристики  $X$  і  $Y$  нормально розподілені. Для перевірки зазначеної гіпотези у випадку вимірювання величин  $X$  і  $Y$  у метричних шкалах використовується статистика:

$$z_e = \frac{Z_r - Z_a}{1/\sqrt{n-3}},$$
 де  $Z_r$  і  $Z_a$  – трансформовані значення за допомогою перетворення

Фішера величин  $r$  і  $a$ . Перетворення Фішера здійснюють, використовуючи таблицю 4.5б (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.)

Критичними значеннями для перевірки статистичної гіпотези  $H_0 : \rho_{xy} = a \in$  точки  $_{\alpha/2}z$  і  $_{1-(\alpha/2)}z$  одиничного нормального розподілу, які беруть з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.). Якщо  $_{\alpha/2}z \leq z_e \leq _{1-(\alpha/2)}z$ , то нульова гіпотеза приймається.

Нехай у з'ясуванні кореляційного зв'язку між інтелектуальними здібностями випускників середньої школи та їхніми академічними досягненнями з залученням 103 респондентів в одному з адміністративних районів одержано значення коефіцієнта кореляції  $r = 0,60$ . З результатів попередньо виконаних наукових досліджень відомо, що інтелектуальні здібності та навчальні досягнення старшокласників корелюють на рівні  $a = 0,70$ . Постає запитання: чи можна очікувати у сукупності випускників цього району такий кореляційний зв'язок між зазначеними характеристиками? Щоб відповісти на поставлене запитання перетворимо дані значення коефіцієнта кореляції у  $z_r = 0,693$  і  $z_a = 0,867$ . Використовуючи зазначені перетворення, обчислимо статистику

$z_e = \frac{0,693-0,867}{\frac{1}{\sqrt{103-3}}} = -1,74$ . У таблицях математичної статистики шукаємо крити-

чні значення на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$ :  $-1,96$  і  $1,96$ . Оскільки обчислене значення статистики знаходиться в інтервалі, обмеженому цими критичними значеннями, то гіпотеза щодо  $\rho = 0,70$  у сукупності приймається.

Потрібно зазначити, що найчастіше на основі одержаного  $r_{xy}$  перевіряється гіпотеза  $H_0 : \rho_{xy} = 0$ . У такому випадку користуються статисти-

кою:  $t_e = \frac{r_{xy}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)/(n-2)}}$ , яка порівнюється з критичними значеннями розподілу

Стюдента з  $(n-2)$  ступенями вільності на рівні ймовірності  $\alpha -_{\alpha/2}t_{n-2}$  і  $_{\alpha/2}t_{n-2}$ .

Критичні значення для  $t$  беруть із таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).  $H_0$  приймається, якщо  $-_{\alpha/2}t_{n-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2}t_{n-2}$ .

Нехай за результатами обстеження кореляційного зв'язку між навчальними досягненнями з іноземної мови і технологій з залученням репрезентативної вибірки з 1500 осіб одержано значення коефіцієнта кореляції  $r = 0,13$ . У такій ситуації природно припустити, що в сукупності ці характеристики зовсім не пов'язані. Щоб перевірити зазначене припущення, обчислимо статистику

$t_e = \frac{0,13}{\sqrt{\frac{1-0,0169}{1498}}} = 5,07$ . Критичними точками для перевірки гіпотези щодо відсу-

тності зв'язку між навчальними досягненнями учнів з іноземної мови та технологій є  $-1,96$  і  $1,196$ . Оскільки обчислене значення статистики не належить інтервалу, обмеженому цими точками, то гіпотеза щодо відсутності кореляційного зв'язку відхиляється.

У випадку часткової кореляції статистична гіпотеза  $H_0 : \rho = 0$  перевіряється

за допомогою статистики:  $t_e = \frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-3)}}$ , яка

порівнюється з критичними значеннями розподілу Стюдента. Критичні значення розподілу Стюдента з  $(n-3)$  ступенями вільності на рівні ймовірності

$\alpha$  беруть з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.).  $H_0$  приймається, якщо  $-\alpha/2 t_{n-3} \leq t_e \leq \alpha/2 t_{n-3}$ .

У такий спосіб перевіряють статистичну гіпотезу  $H_0 : \rho_{xy} = 0$  у всіх випадках, крім тих, коли одна змінна ідентифікована у дихотомічній шкалі, а інша зафіксована у порядковій, а також, коли обидві змінні ідентифіковані у дихотомічній шкалі. У першому випадку зазначених винятків відсутній коректний математичний метод для перевірки статистичної гіпотези, у другому випадку користуються статистикою:  $z_e = \sqrt{n} * r$ , яку порівнюють з критичними значеннями  $\alpha/2 z$  і  $1-(\alpha/2) z$  одиничного нормального розподілу, які беруть з таблиці 1.3 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.). Якщо  $\alpha/2 z \leq z_e \leq 1-(\alpha/2) z$ , то нульова гіпотеза приймається.

Нехай в обстеженні інтересу до розважальних і пізнавальних програм одержано результати, представлені у таблиці Д 13.14.

Таблиця Д 13.14

	П (+)	П (-)	
Р (+)	400	75	475
Р (-)	50	15	65
	450	90	540

Обчислення коефіцієнта кореляції дає  $r = \frac{400 \cdot 15 - 50 \cdot 75}{400 \cdot 15 + 50 \cdot 75} = \frac{6000 - 3750}{6000 + 3750} = \frac{2250}{9750} = 0,23$ . Обчислення статистики для перевірки гіпотези щодо  $\rho = 0$  дає  $z_e = \sqrt{540} \cdot 0,23 = 5,34$ . Критичними значеннями для перевірки гіпотези на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$  є  $-1,96$  і  $1,96$ . Оскільки обчислене значення не належить інтервалу, обмеженому цими точками, то гіпотеза щодо відсутності кореляційного зв'язку між інтересом до розважальних і пізнавальних програм відхиляється.

Зауважимо, що при перевірці статистичних гіпотез для від'ємних значень  $r$  користуються його абсолютним значенням.

**15. Регресивний аналіз.** Нехай за результатами обстеження навчальних досягнень з математики і фізики дев'ятикласників ( $n=15$ ) одержали дані, представлені у таблиці Д 14.1, у якій навчальні досягнення з математики позначено  $X$ , а навчальні досягнення з фізики позначено  $Y$ .

Таблиця Д 14.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	13	11	8	13	14	9	7	10	15	5	14	13	15	11	6
Y	10	9	4	11	12	6	5	9	14	4	13	10	12	8	5

Наведені дані одержано з залученням репрезентативної вибірки. З таблиці видно, що між зазначеними характеристиками існує позитивний кореляційний зв'язок (більшим досягненням з математики відповідають більші досягнення з фізики). В цьому можна переконатися, обчисливши коефіцієнт кореляції для цих змінних. Отже, з певною ймовірністю можна очікувати, що в сукупності респонденти з довільними досягненнями з математики матимуть відповідні досягнення з фізики. То ж, може постати запитання: яких навчальних досягнень з фізики слід очікувати від індивіда з 12 балами з математики? Щоб відповісти на поставлене запитання, апроксимуючи зв'язок між досліджуваними характеристиками лінійною функцією  $\hat{y}_i = ax_i + b$ , необхідно насамперед обчислити параметри  $a$  і  $b$  у записаному рівнянні, яке носить назву рівняння регресії. Знаючи зазначені параметри, можна для довільного  $x_i$  обчислити відповідне  $\hat{y}_i$ . Параметри  $a$  і  $b$  обчислюють, користуючись співвідношеннями:

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad b = \bar{y} - a\bar{x}. \quad \text{У нашому випадку}$$

$$a = \frac{15 \cdot (130+99+32+143+168+54+35+90+210+20+182+130+180+88+30) - 164 \cdot 132}{15 \cdot 1946 - 26896} =$$

$\frac{15 \cdot 1591 - 21648}{29190 - 26896} = \frac{2217}{2294} = 0,97$ . Оскільки  $\bar{x} = 10,9$ , а  $\bar{y} = 8,8$ , то  $b = 8,8 - 0,97 \cdot 10,9 = -1,77$ . Отже, для  $x_i = 12$   $\hat{y}_i = 0,97 \cdot 12 - 1,77 = 9,8 \approx 10$ .

Якщо у процесі дослідження розглядають більше, ніж дві характеристики об'єктів вивчення, то користуються методами множинної регресії. Множинна регресія – це техніка, яка дозволяє визначити кореляцію між критеріальною змінною і найкращою комбінацією з двох чи більшої кількості прогностичних змінних. Якщо характеристики  $X$  і  $Y$  певним чином лінійно пов'язані з характеристикою  $Z$ , то рівняння регресії матиме вигляд:  $Z = a + b_1 X + b_2 Y$ .

Щоб передбачити  $Z$  на основі відомих значень  $X$  та  $Y$  користуються

співвідношенням:  $\hat{z}_i = (b_1 \frac{s_z}{s_x})x_i + (b_2 \frac{s_z}{s_y})y_i + (\bar{z} - b_1 \frac{s_z}{s_x} \bar{x} - b_2 \frac{s_z}{s_y} \bar{y})$ , де  $b_1 = \frac{r_{xz} - r_{yz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}$ ,

$$b_2 = \frac{r_{yz} - r_{xz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}.$$

Нехай обстежено рівень навчальних досягнень (з залученням репрезентативної вибірки,  $n=15$ ) з математики ( $X$ ), фізики ( $Y$ ) і хімії ( $Z$ ) і одержано дані, представлені у таблиці Д 14.2.

Таблиця Д 14.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	13	11	8	13	14	9	7	10	15	5	14	13	15	11	6
Y	10	9	4	11	12	6	5	9	14	4	13	10	12	8	5
Z	12	10	6	12	13	7	6	8	14	5	13	11	13	9	6

З таблиці видно, що навчальні досягнення з хімії кореляційно пов'язані з навчальними досягненнями з математики і фізики. Якщо вибірка репрезентативна, то наявний зв'язок між цими характеристиками можна використати для сукупності у випадку прогнозування у респондента навчальних досягнень з хімії з притаманними йому навчальними досягненнями з математики і фізики.

Нехай дослідника цікавить, якими можуть бути (з певною ймовірністю) навчальні досягнення з хімії у респондента, у якого 12 з математики і 10 з фі-

зики. Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно обчислити середні арифметичні значення досліджуваних характеристик, їхні стандартні відхилення, попарні коефіцієнти кореляції.  $\bar{x} = 10,9$ ,  $\bar{y} = 8,8$ ,  $\bar{z} = 9,7$ ,  $s_x = 3,31$ ,  $s_y = 3,46$ ,  $s_z = 3,13$ .  $r_{xy} = 0,96$ ,  $r_{xz} = 0,98$ ,  $r_{yz} = 0,98$ .

З врахуванням останнього одержуємо:  $b_1 = \frac{0,98 - 0,98 \cdot 0,96}{1 - 0,96^2} = 0,5$ ,  $b_2 = \frac{0,98 - 0,98 \cdot 0,96}{1 - 0,96^2} = 0,5$ .

Отже, для  $x_i = 12$  і  $y_i = 10$   $\hat{z}_i = 0,5 \cdot \frac{3,13}{3,31} \cdot 12 + 0,5 \cdot \frac{3,13}{3,46} \cdot 10 + 9,7 - 0,5 \cdot \frac{3,13}{3,31} \cdot 10,9 - 0,5 \cdot \frac{3,13}{3,46} \cdot 8,8 = 10,8 \approx 11$ .

Використовуючи значення для  $b_1 = \frac{r_{xz} - r_{yz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}$  і  $b_2 = \frac{r_{yz} - r_{xz}r_{xy}}{1 - r_{xy}^2}$ , можна обчислити коефіцієнт множинної кореляції між  $Z$  і оптимально зваженою сумішшю  $X$  та  $Y$ :  $R_{z-x,y} = \sqrt{b_1 r_{xz} + b_2 r_{yz}}$ . У нашому випадку  $R_{z-x,y} = \sqrt{0,5 \cdot 0,98 + 0,5 \cdot 0,98} = 0,99$ .

**16. Однофакторний дисперсійний аналіз.** Нехай дослідник вирішив перевірити ефективність трьох різних методів вивчення закону Ома. Перший метод полягав у тому, що аналітичний запис співвідношення між силою струму, напругою та опором передував його експериментальному підтвердженню. У другому методі експеримент передував теоретичним викладкам. Третій метод пов'язаний з розв'язання учнями практичної задачі з розрахунку величини опору для одержання у колі сили струму необхідної величини. Щоб розв'язати це завдання, дослідник вирішив утворити 12 репрезентативних вибірок: у трьох з них він використав перший метод, у чотирьох – другий, у п'яти – третій. Вибір використаного методу навчання у групі здійснювався шляхом виймання з кошика жетона з назвою вибірки: при цьому у перших трьох вийнятих жетонах (вибірках) використовувався перший метод вивчення зазначеного закону, у других чотирьох – другий метод, у третіх п'яти – третій. У випадковий спосіб дослідник вибрав учителів для кожної вибірки. Оскільки умови експе-



рименту не дозволяли провести навчання у вибірках одночасно, то у випадковий спосіб було визначено їх черговість. Такий експериментальний план є повністю рандомізованим: дії сторонніх факторів, крім використаних методів навчання, на навчальні досягнення учнів у ньому усереднюються.

Щоб встановити, чи забезпечують відмінності рівнів експериментального фактора статистично значущі відмінності у значеннях відгуку, використовують однофакторний дисперсійний аналіз. Модель однофакторного повністю рандомізованого експерименту можна представити таким чином:  $y_{ij} = \mu + x_j + \varepsilon_{ij}$ , де  $y_{ij}$  –  $i$ -те спостереження на  $j$ -ому рівні;  $\mu$  – загальний ефект усього експерименту;  $x_j$  – ефект  $j$ -ого рівня;  $\varepsilon_{ij}$  – випадкова похибка в  $i$ -ому спостереженні на  $j$ -ому рівні.

У випадку однофакторного повністю рандомізованого експериментального плану для усіх  $j$  (рівнів фактора) перевіряється гіпотеза  $H_0: x_j = 0$ . Якщо ця гіпотеза правильна, то ніякого впливу рівнів немає, і кожне спостереження  $y_{ij}$  є середнім сукупності  $\mu$  з випадковою похибкою  $\varepsilon_{ij}$ .

У нашому випадку за результатами обстеження рівня засвоєння зазначеного закону одержано дані, представлені у таблиці Д 16.1. У комірках таблиці подано середні значення навчальних досягнень у вибірках.

Таблиця Д 16.1

Методи, $x_i$ Обстеження	1	2	3	
1	15	12	18	
2	11	16	15	
3	13	14	20	
4		14	19	
5			18	
Суми	$y_{\cdot 1} = 39$	$y_{\cdot 2} = 56$	$y_{\cdot 3} = 90$	$y_{\cdot \cdot} = 185$
Кількість обстежень	$n_1 = 3$	$n_2 = 4$	$n_3 = 5$	$N = 12$

Середні	$\bar{y}_{.1} = 13$	$\bar{y}_{.2} = 14$	$\bar{y}_{.3} = 18$	$\bar{y}_{..} = 15,4$
---------	---------------------	---------------------	---------------------	-----------------------

Гіпотеза  $H_0: x_j = 0$  перевіряється на рівні ймовірності  $\alpha$  з використанням статистики:  $F_{k-1, N-k} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2 / (k-1)}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \bar{y}_{.j})^2 / (N-k)}$ , де  $k$  – кількість рівнів фактора;

$N$  – загальна кількість обстежень;  $\bar{y}_{..} = \sum_{j=1}^k n_j \bar{y}_{.j} / N$ ;  $\bar{y}_{.j} = \sum_{i=1}^{n_j} y_{ij} / n_j$ .

$$\text{У нашому випадку } F_e = \frac{[17,28+7,84+33,8]/(3-1)}{[4+4+0+4+4+0+0+0+9+4+1+0]/(12-3)} = \frac{29,46}{3,33} = 8,85.$$

Якщо обчислене значення статистики менше критичного значення, то  $H_0: x_j = 0$  приймається, у противному випадку статистична гіпотеза відхиляється. У таблиці 3.5 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$  знаходимо  $F_{2,9} = 4,26$ . А це дає підстави вважати, що варіація методів вивчення закону Ома позначається на навчальних досягненнях учнів.

Якщо  $H_0: x_j = 0$  відхиляється, то це означає, що різні рівні експериментального фактора спричиняють неоднаковий вплив на відгук. Отже, постає завдання встановити, які з рівнів досліджуваного фактора статистично значущо відрізняються між собою за впливом на відгук.

Щоб розв'язати поставлене завдання, необхідно попарно порівняти середні арифметичні значення навчальних досягнень для використаних рівнів експериментального фактора. З цією метою часто використовують критерій Дункана. Ми у цьому місці скористаємось традиційним підходом порівняння середніх арифметичних значень, використовуючи статистику

$$t_e = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}. \quad \text{Для перевірки } H_0 \text{ на рівні ймовірності } \alpha \text{ з}$$

$n_1 + n_2 - 2$  ступенями вільності користуються критичними значеннями

$-_{\alpha/2} t_{n_1+n_2-2}$  і  $_{\alpha/2} t_{n_1+n_2-2}$ . Якщо  $-_{\alpha/2} t_{n_1+n_2-2} \leq t_e \leq _{\alpha/2} t_{n_1+n_2-2}$ , то  $H_0$  приймається.

Обчислимо насамперед  $s_1^2 = 4$ ;  $s_2^2 = \frac{8}{3}$ ;  $s_3^2 = \frac{14}{5}$ . Для  $y_1, y_2$  та  $y_3$  одержуємо значення статистик:  $t_{1-2} = \frac{13-14}{\sqrt{\frac{2 \cdot 4 + 3 \cdot \frac{8}{3}}{5} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right)}} = -0,73$ ;  $t_{1-3} = \frac{13-18}{\sqrt{\frac{2 \cdot 4 + 4 \cdot \frac{14}{5}}{6} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5}\right)}} = -3,83$ ;  $t_{2-3} = \frac{14-18}{\sqrt{\frac{3 \cdot \frac{8}{3} + 4 \cdot \frac{14}{5}}{7} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right)}} = -3,6$ . Критичними значеннями для перевірки гі-

потез щодо значущості відмінностей між середніми арифметичними, які беремо з таблиці 3.2 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) для  $\alpha = 0,05$  є відповідно:  $t_c = 2,57; 2,44; 2,36$ . Порівняння обчислених і критичних значень статистик дає підстави зробити висновок щодо статистично значущої відмінності в ефективності між третім та двома іншими методами вивчення закону Ома, при цьому перший і другий методи статистично значущо не відрізняються.

**17. Двофакторний дисперсійний аналіз.** У випадку одночасної дії на відгук двох факторів і повністю рандомізованого експериментального плану одержані результати позначають за допомогою:  $z_{(ij)_k} = \mu + x_i + y_j + x_i y_j + e_{(ij)_k}$ , де  $i$  набуває значень від 1 до  $I$ ,  $j$  – набуває значень від 1 до  $J$ ,  $k$  – набуває значень від 1 до  $K$ ,  $x_i y_j$  – ефект взаємодії факторів  $X$  і  $Y$ .

Нехай дослідник цікавиться не тільки методами вивчення зазначеної у попередньому прикладі теми, а впливом рівня інтелектуального розвитку учнів на ефективність їхньої пізнавальної діяльності. Як наслідок, у результаті обстеження він одержав дані, представлені у таблиці Д 17.1.

Таблиця Д 17.1

Методи, X	1	2	3
Інтелектуальні здібності, Y			
1	15 11 13	12 16 14	18 19 20

2	11	16	19
	17	14	23
	14	15	21
3	13	14	20
	15	18	25
	17	16	24

У наведеній вище таблиці символом  $X$  позначено рівні методів вивчення теми (1; 2; 3), символом  $Y$  – середні рівні інтелектуального розвитку учнів у вибірках (1 – IQ = 110; 2 – IQ = 120; 3 – IQ = 130), у комірках таблиці наведено середні значення результатів обстеження навчальних досягнень учнів у вибірках. З таблиці видно, що до дослідження було залучено 27 вибірок. Усі вибірки були репрезентативними. Учителі у кожній групі призначались випадково. Послідовність організації навчального процесу у вибірках, який здійснювався у лабораторних умовах, те ж випадкова. Це дає підстави вважати такий експериментальний план повністю рандомізованим.

У випадку двофакторного дисперсійного аналізу нульова гіпотеза записується у вигляді:  $H_0: \bar{\mu}_{1.} = \dots = \bar{\mu}_{r.}$ ;  $H_0: \bar{\mu}_{.1} = \dots = \bar{\mu}_{.j}$ ;  $H_0: x_i y_j = 0$  (для всіх  $x_i$  і  $y_j$ ). Щоб перевірити цю гіпотезу, згідно з якою ні експериментальні фактори, ні їхня взаємодія не означаються на відгуку (рівні навчальних досягнень учнів), обчислимо спочатку суми у кожній комірці, рядку і колонці таблиці. З врахуванням виконаних операцій таблиця Д 17.1 трансформується у таблицю Д 17.2.

Таблиця Д 17.2

Методи, X Інтелектуальні здібності, Y	1	2	3	
1	15 11 13	12 16 14	18 19 20	$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{1jk} = 138$

	$\sum_{k=1}^3 z_{11k}$ = 39	$\sum_{k=1}^3 z_{12k}$ = 42	$\sum_{k=1}^3 z_{13k}$ = 57	
2	11 17 14 $\sum_{k=1}^3 z_{21k}$ = 42	16 14 15 $\sum_{k=1}^3 z_{22k}$ = 45	19 23 21 $\sum_{k=1}^3 z_{23k}$ = 63	$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{2jk}$ = 150
3	13 15 17 $\sum_{k=1}^3 z_{31k}$ = 45	14 18 16 $\sum_{k=1}^3 z_{32k}$ = 48	20 25 24 $\sum_{k=1}^3 z_{33k}$ = 69	$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{3jk}$ = 162
	$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{i1k}$ = 126	$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{i2k}$ = 135	$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{i3k}$ = 189	$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 z_{ijk}$ = 450

Обчислимо тепер  $SS_x = \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{JK} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IJK} = \frac{138^2}{9} + \frac{150^2}{9} +$

$\frac{162^2}{9} - \frac{450^2}{27} = 32; SS_y = \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IK} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IJK} = \frac{126^2}{9} + \frac{135^2}{9} + \frac{189^2}{9} - \frac{450^2}{27} =$

$258; SS_{xy} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{K} - \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{JK} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IJK} - \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{IK} = \frac{39^2}{3} +$

$\frac{42^2}{3} + \frac{57^2}{3} + \frac{42^2}{3} + \frac{45^2}{3} + \frac{63^2}{3} + \frac{45^2}{3} + \frac{48^2}{3} + \frac{69^2}{3} - \frac{138^2}{9} - \frac{150^2}{9} - \frac{162^2}{9} +$

$\frac{450^2}{27} - \frac{126^2}{9} - \frac{135^2}{9} - \frac{189^2}{9} = 4; SS_w = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk}^2 - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^K x_{ijk})^2}{K} = 15^2 + 11^2 + 13^2 +$

$12^2 + 16^2 + 14^2 + 18^2 + 19^2 + 20^2 + 11^2 + 17^2 + 14^2 + 16^2 + 14^2 + 15^2 +$

$$19^2 + 23^2 + 21^2 + 13^2 + 15^2 + 17^2 + 14^2 + 18^2 + 16^2 + 20^2 + 25^2 + 24^2 - \frac{39^2 + 42^2 + 57^2 + 42^2 + 45^2 + 63^2 + 45^2 + 48^2 + 69^2}{3} = 76.$$

З врахуванням одержаного обчислюємо середні квадрати:

$$MS_X = \frac{SS_X}{I-1} = \frac{32}{2} = 16; MS_Y = \frac{SS_Y}{J-1} = \frac{258}{2} = 129; MS_{XY} = \frac{SS_{XY}}{(I-1)(J-1)} = \frac{4}{4} = 1;$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{IJ(K-1)} = \frac{76}{18} = 4,2.$$

На основі емпіричних даних обчислюємо:

$$F_X^e = \frac{MS_X}{MS_w} = \frac{16}{4,2} = 3,81; F_Y^e = \frac{MS_Y}{MS_w} = \frac{129}{4,2} = 30,71; F_{XY}^e = \frac{MS_{XY}}{MS_w} = \frac{1}{4,2} = 0,24.$$

Одержані значення порівнюють з критичними значеннями для  $F_X \Rightarrow \alpha F_{I-1, IJ(K-1)}$ ;  $F_Y \Rightarrow \alpha F_{J-1, IJ(K-1)}$ ;  $F_{XY} \Rightarrow \alpha F_{(I-1)(J-1), IJ(K-1)}$ . Якщо  $F_X^e \leq \alpha F_{I-1, IJ(K-1)}$ , то відповідна нуль-гіпотеза приймається. Якщо  $F_Y^e \leq \alpha F_{J-1, IJ(K-1)}$ , то відповідна нуль-гіпотеза приймається. Якщо  $F_{XY}^e \leq \alpha F_{(I-1)(J-1), IJ(K-1)}$ , то відповідна нуль-гіпотеза приймається. При використанні таблиці «Процентні точки F-розподілу» горизонтальні значення ступеня вільності відповідають першому індексу, вертикальні – другому у записі  $F_{*,*}$ . У таблиці 3.5 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$   $F_{2,18}^X = 3,55$ ;  $F_{2,18}^Y = 3,55$ ;  $F_{4,18}^{XY} = 2,93$ . Порівнявши обчислені значення статистик з табличними, робимо висновок про статистично значущий вплив методів вивчення теми та інтелектуального розвитку учнів на рівень їхніх навчальних досягнень. При цьому дія кожного з факторів не залежить від впливу іншого.

Зазначені вище співвідношення справедливі, якщо кількість обстежень для усіх можливих поєднань рівнів факторів однакова. У випадку неоднакової кількості обстежень для різних поєднань рівнів факторів обчислюють  $\bar{z}_{ij}$  для кожного  $i$  та  $j$ . Як наслідок одержують модифіковані дані з рівною кількістю спостережень ( $I$ ) у кожній комірці. То ж, можна було б скористатися попередньою методикою для перевірки статистичної гіпотези, якби можна було обчис-

лити  $MS_w = \frac{SS_w}{IJ(K-1)}$ . Щоб обійти зазначену трудність, обчислюють

$$SS_w = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K x_{ijk}^2 - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^{k_{ij}} x_{ijk})^2}{k_{ij}},$$

користуючись первинними даними, і множать

одержаний результат на коефіцієнт  $c = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{1}{k_{ij}}}{IJ}$ , одержуючи таким чином вели-

чину  $MS_w^*$ . Обчислені емпіричні значення статистик порівнюють з критичними. У якості критичних значень використовують  $F_{1-\alpha, I-1, N-IJ}$ ,  $F_{1-\alpha, J-1, N-IJ}$ ,  $F_{1-\alpha, (I-1)(J-1), N-IJ}$ . Якщо емпіричне значення менше відповідного критичного значення, то нуль-гіпотеза приймається.

Якщо нуль-гіпотеза відхиляється, то твердження типу «не усі генеральні середні можна вважати рівними» часто є не достатньо інформативними. Нерідко дослідник прагне дізнатися, які з попарно вибраних  $\mu_i$  чи  $\mu_j$  статистично значущо відрізняються між собою. З цією метою він обчислює усі можливі різниці  $z_{i..} - z_{i^*..}$  і ділить їх на  $\sqrt{MS_w / KJ}$ , одержуючи емпіричні значення стьюдентизованого розмаху, які порівнюються з табличним критичним  ${}_{1-\alpha}q_{I, N-IJ}$ . Якщо  $q_e \leq {}_{1-\alpha}q_{I, N-IJ}$ , то нуль-гіпотеза приймається, у противному випадку констатується статистично значуща різниця між  $z_{i..} - z_{i^*..}$ . Аналогічно записують співвідношення для попарного порівняння впливу рівнів фактора  $Y$ . З цією метою обчислюють усі можливі різниці  $z_{.j.} - z_{.j^*}$  і ділять їх на  $\sqrt{MS_w / KI}$ , одержуючи емпіричні значення стьюдентизованого розмаху, які порівнюються з критичним значенням  ${}_{1-\alpha}q_{J, N-IJ}$ . Якщо  $q_e \leq {}_{1-\alpha}q_{J, N-IJ}$ , то нуль-гіпотеза приймається, у противному випадку констатується статистично значуща різниця між  $z_{.j.} - z_{.j^*}$ . Зазначеною методикою можна скористатися у випадку, коли кількість обстежень на кожному рівні однакова.

Щоб відповісти на запитання: які з рівнів факторів призводять до статистично значущих відмінностей у рівнях навчальних досягнень для фактора ін-

телектуальних здібностей знаходимо різниці:  $\bar{z}_1^i - \bar{z}_2^i = \frac{138-150}{9} = -\frac{4}{3}$ ;  $\bar{z}_1^i - \bar{z}_3^i = \frac{138-162}{9} = -\frac{8}{3}$ ;  $\bar{z}_2^i - \bar{z}_3^i = (150 - 162)/9 = -\frac{4}{3}$ . Обчислимо значення виразу  $\sqrt{\frac{MS_w}{KJ}} = \sqrt{\frac{4,2}{9}} \approx \frac{2}{3}$ . Поділивши значення одержаних різниць на  $\frac{2}{3}$ , одержуємо  $q_{1-2}^i = -2$ ;  $q_{1-3}^i = -4$ ;  $q_{2-3}^i = -2$ . У таблиці 3.9а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) знаходимо на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$   $q_c^i = 0,98$ . Порівняння обчислених значень стьюдентизованого розмаху з критичним дозволяє констатувати, що з зазначеною вірогідністю можна стверджувати про статистично значущий вплив усіх рівнів фактора інтелектуальних здібностей на навчальні досягнення учнів.

Аналогічно проводимо розрахунки стосовно фактора використаних методів вивчення зазначеної теми:  $\bar{z}_1^j - \bar{z}_2^j = \frac{126-135}{9} = -1$ ;  $\bar{z}_1^j - \bar{z}_3^j = \frac{126-189}{9} = -7$ ;  $\bar{z}_2^j - \bar{z}_3^j = \frac{135-189}{9} = -6$ . Поділивши значення одержаних різниць на  $\frac{2}{3}$ , одержуємо  $q_{1-2}^j = -1,5$ ;  $q_{1-3}^j = -10,5$ ;  $q_{2-3}^j = -9$ . У таблиці 3.9а (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.) знаходимо на рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$   $q_c^j = 0,98$ . Порівняння обчислених значень стьюдентизованого розмаху з критичним дозволяє констатувати, що з зазначеною вірогідністю можна стверджувати про статистично значущий вплив усіх рівнів фактора методів вивчення теми на навчальні досягнення учнів.

**18. Трьохфакторний дисперсійний аналіз.** У випадку одночасної дії на відгук трьох факторів і повністю рандомізованого експериментального плану одержані результати позначають за допомогою:  $u_{(ijk)_l} = \mu + x_i + y_j + z_k + x_i y_j + x_i z_k + y_j z_k + x_i y_j z_k + e_{(ijk)_l}$ , де  $i$  набуває значень від 1 до I,  $j$  – набуває значень від 1 до J,  $k$  – набуває значень від 1 до K,  $l$  набуває значень від 1 до n.

У випадку трифакторного дисперсійного аналізу нульова гіпотеза записується у вигляді:



$$H_0: \bar{\mu}_{1..} = \dots = \bar{\mu}_{I..}$$

$$H_0: \bar{\mu}_{.1.} = \dots = \bar{\mu}_{.J.}$$

$$H_0: \bar{\mu}_{..1} = \dots = \bar{\mu}_{..K}$$

$$H_0: x_i y_j = 0,$$

$$H_0: x_i z_k = 0,$$

$$H_0: y_j z_k = 0,$$

$$H_0: x_i y_j z_k = 0$$

Нехай дослідник поставив перед собою завдання встановити, як означаються на ефективності засвоєння навчального матеріалу з певної теми форми організації навчальної діяльності учнів, методи вивчення теми і використані при цьому дидактичні засоби. Кожний із зазначених факторів він вирішив підтримувати на двох рівнях, виконавши для кожної комбінації рівнів факторів по два обстеження. Обстеживши рівень навчальних досягнень учнів по завершенні вивчення теми, він одержав результати, представлені у таблиці Д 18.1, у якій форми організації навчальної діяльності учнів позначені символом  $X$ , методи вивчення теми – символом  $Y$ , використані при цьому засоби навчання – символом  $Z$ , рівень навчальних досягнень (числа, записані у комірках таблиці) – символом  $U$ . У процесі дослідження витримано умови рандомізації експериментального плану.

Таблиця Д 18.1

		$X_1$		$X_2$	
$Y_1$	$Z_1$	16	18	18	22
	$Z_2$	14	18	20	16
$Y_2$	$Z_1$	19	15	14	16
	$Z_2$	24	12	13	11

Для опрацювання емпіричних даних нам знадобляться значення декількох сум. Насамперед це 
$$\frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn} = 4422,25.$$

Тоді  $SS_X = 2,25$ ;  $SS_Y = 20,25$ ;  $SS_Z = 6,25$ ;  $SS_{XY} = 42,25$ ;  $SS_{XZ} = 6,25$ ;  $SS_{YZ} = 0,25$ ;  $SS_W = 110$ . Бо:

$$SS_X = \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{JKn} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_Y = \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IKn} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_Z = \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJn} - \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_{XY} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{Kn} - \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{JKn} -$$

$$\sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IKn} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_{XZ} = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{Jn} - \sum_{i=1}^I \frac{(\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn} -$$

$$\sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJn} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_{YZ} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{In} - \sum_{j=1}^J \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn} -$$

$$- \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJn} + \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{IJKn}.$$

$$SS_W = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l}^2 - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{(\sum_{l=1}^n u_{(ijk)_l})^2}{n}$$

Середні квадрати обчислюють, користуючись співвідношеннями:

$$MS_X = \frac{SS_X}{I-1} = 2,25; MS_Y = \frac{SS_Y}{J-1} = 20,25; MS_Z = \frac{SS_Z}{K-1} = 6,25; MS_{XY} = \frac{SS_{XY}}{(I-1)(J-1)} =$$

$$42,25; MS_{XZ} = \frac{SS_{XZ}}{(I-1)(K-1)} = 6,25; MS_{YZ} = \frac{SS_{YZ}}{(J-1)(K-1)} = 0,25; MS_w = \frac{SS_w}{IJK(n-1)} =$$

13,75.

На основі емпіричних даних обчислюємо:

$$F_X^e = \frac{MS_X}{MS_w} = 0,16; F_Y^e = \frac{MS_Y}{MS_w} = 1,47; F_Z^e = \frac{MS_Z}{MS_w} = 0,45; F_{XY}^e = \frac{MS_{XY}}{MS_w} = 3,07;$$

$$F_{XZ}^e = \frac{MS_{XZ}}{MS_w} = 0,45; F_{YZ}^e = \frac{MS_{YZ}}{MS_w} = 0,02.$$

Одержані значення порівнюємо з критичними табличними значеннями (таблиця 3.5 (Таблицы математической статистики. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.)) для  $F_X \Rightarrow_{\alpha} F_{I-1, JK(n-1)}$ ;  $F_Y \Rightarrow_{\alpha} F_{J-1, IK(n-1)}$ ;  $F_Z \Rightarrow_{\alpha} F_{K-1, IJ(n-1)}$ ;  $F_{XY} \Rightarrow_{\alpha} F_{(I-1)(J-1), IK(n-1)}$ ;  $F_{XZ} \Rightarrow_{\alpha} F_{(I-1)(K-1), IJ(n-1)}$ ;  $F_{YZ} \Rightarrow_{\alpha} F_{(J-1)(K-1), IJ(n-1)}$ . Якщо  $F_X^e \leq_{\alpha} F_{I-1, JK(n-1)}$ ,  $F_Y^e \leq_{\alpha} F_{J-1, IK(n-1)}$ ,  $F_Z^e \leq_{\alpha} F_{K-1, IJ(n-1)}$ ,  $F_{XY}^e \leq_{\alpha} F_{(I-1)(J-1), IK(n-1)}$ ,  $F_{XZ}^e \leq_{\alpha} F_{(I-1)(K-1), IJ(n-1)}$ ,  $F_{YZ}^e \leq_{\alpha} F_{(J-1)(K-1), IJ(n-1)}$ , то відповідні нуль-гіпотези приймаються.

При використанні таблиці «Процентні точки F-розподілу» горизонтальні значення ступеня вільності відповідають першому індексу, вертикальні – другому у записі  $F_{*,*}$ .

На рівні ймовірності  $\alpha = 0,05$   $F_c^X = 5,32$ ;  $F_c^Y = 5,32$ ;  $F_c^Z = 5,32$ ;  $F_c^{XY} = 5,32$ ;  $F_c^{XZ} = 5,32$ ;  $F_c^{YZ} = 5,32$ . А це дає підстави стверджувати, що на навчальних досягненнях учнів з вивчення даної теми не позначаються ні розглянуті фактори, ні їх взаємодія. Ефект взаємодії трьох факторів не розглянуто з міркувань активізації пізнавальної діяльності читачів.

Вплив різних рівнів фактора (якщо їх більше двох) на відгук порівнюють за наведеною вище методикою. Зазначені вище співвідношення справедливі, якщо кількість обстежень для усіх можливих поєднань рівнів факторів однакова. То ж, для зручності, якщо умови дослідження дозволяють, вирівнюють кількість обстежень для різних комбінацій рівнів факторів.

**19. Оптимальний експериментальний план.** У дослідженні освітніх проблем часто постає завдання відшукати умови оптимального протікання досліджуваного процесу. Міркуючи традиційно, щоб визначити оптимальні умови протікання процесу, потрібно виконати обстеження для усіх можливих комбінацій рівнів факторів і вибрати таку з них, яка відповідає найбільшому чи найменшому значенню відгуку. Теоретично це можливо, проте практично реалізувати такий підхід інколи технічно важко, а то й не можливо. Пошук оптимальних умов можна здійснити методом Гаусса – Зейделя. Змінюючи один фактор і стабілізуючи інші на довільно вибраних рівнях, дослідник одержує

залежність параметра оптимізації від одного фактора і визначає локальний оптимум. Далі він повторює процедуру для другого фактора, підтримуючи перший на встановленому рівні (що забезпечує локальний оптимум), потім для третього фактора і т.д., аж поки не знайде значення останнього фактора, що забезпечує найбільше чи найменше значення відгуку. Усі знайдені значення утворюють оптимальний факторний простір для відгуку, екстремальне значення якого співпадає з його останнім значенням. Але така процедура вимагає порівняно багато часу, впродовж якого відбуваються неминучі зміни в об'єктах вивчення, інструментарії і т.д. У результаті, знайдений оптимум виявляється далеким від істинного оптимального значення. До того ж, така процедура залишається технічно складною, якщо потрібно дослідити вплив навіть не дуже великої кількості факторів.

З урахуванням зазначеного вище постає запитання: скільки і які обстеження потрібно включити в експеримент, щоб знайти оптимальні умови протікання процесу. На допомогу в розв'язанні зазначеної проблеми приходять методи планування екстремального експерименту, націлені на відбір мінімальної кількості обстежень, необхідних для відшукування оптимальних умов протікання процесу. Серед відомих методів планування екстремального експерименту метод крутого сходження, запропонований Боксом і Уілсоном, є одним з найбільш поширених і найпростіших для практичної реалізації. У цьому методі досягнення відгуком екстремального значення реалізується шляхом послідовних серій обстежень, у кожній з яких за певними правилами змінюються усі фактори. Серії організуються таким чином, щоб після математичного опрацювання результатів попередньої можна було вибрати умови проведення наступної серії обстежень. І так крок за кроком аж до досягнення області оптимуму.

Нехай досліджується оптимізація процесу вивчення фізики у середній школі.

При плануванні оптимального експерименту насамперед визначають параметр, який потрібно оптимізувати. Параметр оптимізації – це характеристика об'єкта вивчення, задана кількісно у якості мети дослідження. Можливість обстеження параметра оптимізації при будь-якій можливій комбінації рівнів факторів є однією з вимог, що висуваються до нього. Інша вимога до параметра оптимізації стосується його однозначності. Заданому набору рівнів факторів має відповідати одне значення параметра оптимізації. Проте одному значенню параметра оптимізації можуть відповідати кілька різних наборів рівнів факторів. Для успішного досягнення мети дослідження (оптимізації процесу) потрібно, щоб параметр оптимізації дійсно слугував оцінкою ефективності функціонування системи у заздалегідь вибраному сенсі. До параметра оптимізації висувається також вимога його універсальності. Під універсальністю розуміється здатність параметра оптимізації всебічно характеризувати об'єкт вивчення. Як правило, такими властивостями володіють узагальнені параметри оптимізації. Бажано, щоб параметр оптимізації мав певний реальний смисл і був статистично ефективним.

Процеси з одним параметром оптимізації мають очевидні переваги, проте на практиці часто доводиться враховувати кілька вихідних параметрів. У нашому випадку обмежимося знаннями з фізики. Позначимо знання учнів з фізики символом  $Y$ .

Реалізувати оптимальний експеримент можна тільки з такими об'єктами вивчення, які забезпечують відтворюваність результатів обстеження та дозволяють керувати досліджуванним процесом. Зокрема, плануючи оптимізувати процес вивчення фізики, дослідник насамперед має переконатися, що результати діагностики навчальних досягнень учнів приблизно відтворюються при багаторазових обстеженнях. Крім того, він з'ясовує, якими факторами можна активно впливати на рівень навчальних досягнень старшокласників. Нехай у результаті пошуку відповіді на поставлене запитання дослідник встановив, що це: кількість одиниць знань, які підлягають засвоєнню протягом одного занят-

тя ( $X_1$ ), та тривалість заняття ( $X_2$ ). Оскільки при реалізації оптимального експерименту переважно одночасно змінюють кілька факторів, то важливо, щоб вони відповідали вимогам:

- \* Сумісності, яка означає, що всі комбінації рівнів факторів здійснювані і безпечні.

- \* Незалежності, що надає можливість встановлення будь-якого рівня фактора незалежно від рівнів інших факторів.

Виокремлені для дослідження фактори задовольняють ці вимоги.

У пошуку оптимальних умов (комбінації рівнів факторів), які забезпечують екстремальне значення відгуку, необхідно буде побудувати математичну модель досліджуваного процесу, щоб з її допомогою передбачити значення відгуків у тих станах, які не обстежувались (причому не в кожному з них), наближаючись до оптимуму. Під моделлю розуміють вид функції  $y = f(x_1, x_2)$ , яка пов'язує параметр оптимізації і фактори, що позначаються на ньому. Після цього залишиться виконати обстеження для оцінки числових значень коефіцієнтів вибраної функції.

Обчислення значень відгуку у точках факторного простору, у яких не виконувалось дослідження, будується на припущенні гладкості і неперервності поверхні відгуку, наявності єдиного оптимуму та незалежності поступового наближення до оптимуму від початкової точки. Наведені постулати дозволяють представити відгук у вигляді полінома в околі будь-якої точки факторного простору. При цьому модель має визначати напрям найшвидшого збільшення чи зменшення параметра оптимізації, який називають напрямом градієнта. Поліном першого степеня містить інформацію про градієнт, у ньому мінімально можлива кількість коефіцієнтів при даній кількості факторів. Але залишається відкритим запитання: чи буде така модель адекватною. Як наслідок, проблема полягає в тому, як вибрати область у факторному просторі, щоб лінійна модель виявилася адекватною. Умова аналітичності відгуку гарантує таку можливість. Завжди існує такий окіл будь-якої (точніше, майже

будь-якої) точки, в якому лінійна модель адекватна. Розмір такої області заздалегідь невідомий, але адекватність можна перевіряти за результатами експерименту. Як бачимо, вдалий вибір області у факторному просторі має винятково важливе значення.

Готуючись до планування оптимального експерименту, дослідник насамперед вибирає його область. При цьому він бере до уваги границі областей визначення факторів. Оптимізація досліджуваного процесу, як правило, здійснюється в умовах, коли об'єкт вивчення уже піддавався дослідженню. Інформацію, одержану в попередніх дослідженнях, називають апріорною. Вибір експериментальної області факторного простору пов'язаний з ретельним аналізом апріорної інформації. У нашому випадку нехай кількість одиниць знань, які підлягають засвоєнню, може репрезентуватися від 1 до 10. Тривалість занять у цьому гіпотетичному дослідженні варіюватимемо від 30 хв. до 60 хв.

Вибравши експериментальну область, виокремлюють локальну область планування експерименту. Цей процес включає два етапи: вибір основного рівня та інтервалів зміни значень факторів.

Найкращим умовам, визначеним з аналізу апріорної інформації, відповідає комбінація рівнів факторів, точка у факторному просторі, яку можна вибрати в якості вихідної для побудови плану експерименту. Її називають нульовим рівнем. Побудова плану експерименту полягає у виборі точок, симетричних до нульового рівня. Завдання полягає в тому, щоб для кожного фактора вибрати два рівні, один з яких називають нижнім, а інший – верхнім. Інтервал зміни (для кожного фактора може бути різний) – деяке число, додавання якого до основного рівня дає верхній рівень, а віднімання якого від основного рівня дає нижній рівень. Для спрощення запису умов експерименту і опрацювання експериментальних даних масштаби по осях вибирають таким чином, щоб верхній рівень відповідав +1, нижній –1, а основний – 0. Для факторів з неперервною областю визначення це завжди можна зробити за до-

помогою перетворення:  $x_j = \frac{\tilde{x}_j - \tilde{x}_{j0}}{I_j}$ , де  $\tilde{x}_j$  – натуральне значення фактора;  $\tilde{x}_{j0}$  – натуральне значення основного рівня;  $I_j$  – інтервал зміни;  $j$  – номер фактора;  $x_j$  – кодоване значення фактора.

Вибір інтервалів зміни значень факторів – важка задача. Для її розв’язання використовують відомості про точність, з якою дослідник одержує значення факторів; про кривизну поверхні відгуку; про діапазон зміни параметра оптимізації. При цьому часто користуються схемою: висока точність (похибка 1%); середня точність (похибка 5%); низька точність (похибка 10%). У класифікації кривизни поверхні відгуку використовують випадки: функція відгуку лінійна; функція відгуку суттєво нелінійна; інформація про кривизну відсутня. Зміна параметра оптимізації може бути широкою чи вузькою; можливий також випадок, коли інформація відсутня. З врахуванням зазначеного фактор  $X_1$  змінюватимемо через 1 одиницю знань, а фактор  $X_2$  – через 5 хв.

Для руху до оптимального значення відгуку необхідно виконати послідовну серію обстежень, у яких фактори підтримуються на двох рівнях. У випадку оперування факторами на двох рівнях кількість обстежень обчислюється із співвідношення:  $N = 2^k$ , де  $N$  – кількість обстежень;  $k$  – кількість факторів; 2 – кількість рівнів.

Експеримент, у якому реалізуються усі можливі поєднання рівнів факторів, називається повним факторним експериментом. У випадку оперування двома факторами на двох рівнях план експерименту можна зобразити так, як показано у таблиці Д 19.1.

Таблиця Д 19.1. Матриця планування експерименту  $2^2$

Номер обстеження	$x_1$	$x_2$	$y$
1	-1	-1	$y_1$
2	+1	-1	$y_2$
3	-1	+1	$y_3$



4	+1	+1	$y_4$
---	----	----	-------

У зазначеному вище випадку протікання досліджуваного процесу можна описати лінійною моделлю, яка набуває вигляду:  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ . Коефіцієнти зазначеної моделі, які вказують на силу впливу відповідних

факторів, загалом обчислюються із співвідношення:  $b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{N}$ ,  $j = 0, 1$ ,

2. З наведеного співвідношення видно, що  $b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}$ .

Проте ніколи немає гарантії, що у вибраних інтервалах значень факторів досліджуваній процес описується лінійною моделлю. Нелінійність часто пов'язана з тим фактом, що ефект одного фактора залежить від того, на якому рівні знаходиться інший фактор. Щоб оцінити ефект взаємодії двох факторів, матрицю планування записують у вигляді (див. табл. Д 19.2):

Таблиця Д 19.2. Матриця планування експерименту

Номер об- стеження	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_{12}$	$y$
1	+1	+1	+1	+1	$y_1$
2	+1	-1	+1	-1	$y_2$
3	+1	-1	-1	+1	$y_3$
4	+1	+1	-1	-1	$y_4$

У таблиці Д 19.2  $x_0 = +1$  формально вводиться для того, щоб можна було використати єдиний підхід для обчислення коефіцієнтів моделі. Вектор-стовпчик  $x_{12}$  є добутком векторів-стовпчиків  $x_1$  і  $x_2$ .

У зазначеному вище випадку протікання досліджуваного процесу можна описати лінійною моделлю, яка набуває вигляду:  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_{12}$ . Коефіцієнт  $b_{12}$  обчислюється з використанням того ж співвідношення, що і коефіцієнти  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ . Усе зазначене вище справедливе лише у тому випадку, коли модель включає лінійні ефекти факторів та ефекти їх взаємодії.

Якщо модель репрезентується математичними співвідношеннями інших типів і видів, то знайти оптимум за допомогою повного факторного експерименту не реально.

Загалом при побудові оптимального експериментального плану до матриць висуваються вимоги:

1. Симетричності, яка математично виражається співвідношенням  $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$ , де  $j$  – номер фактора ( $j = 1, 2, \dots, k$ );  $N$  – кількість обстежень.

2. Нормованості, що математично виражається співвідношенням  $\sum_{i=1}^N x_{ij}^2 = N$

3. Ортогональності, що математично виражається співвідношенням  $\sum_{i=1}^N x_{ji}x_{ui} = 0$ ; де  $j = 1, 2, \dots, k$ ;  $u = 1, 2, \dots, k$ ;  $j \neq u$ .

4. Ротатабельності, згідно з якою точки у матриці планування підбираються таким чином, щоб точність прогнозування значень параметра оптимізації була однаковою на однакових відстанях від центра експерименту і не залежала від напрямку.

Нехай з попередніх досліджень відомо, що оптимальні умови для навчальних досягнень з фізики знаходяться в околі точки  $x_1 = 5$ ;  $x_2 = 45$ . Виконавши заплановані дослідження першої серії, дослідник одержав результати, представлені у таблиці Д 19.3.

Таблиця Д 19.3

Номер обстеження	$x_1$		$x_2$		$y$
1	6	+1	50	+1	20
2	4	-1	50	+1	18
3	4	-1	40	-1	16
4	6	+1	40	-1	19

Обчислимо коефіцієнти математичної моделі протікання процесу у відповідному факторному просторі:  $b_0 = (20 + 18 + 16 + 19) / 4 = 18,25$ ;

$$b_1 = (1 \cdot 20 - 1 \cdot 18 - 1 \cdot 16 + 1 \cdot 19) / 4 = 1,25; \quad b_2 = (1 \cdot 20 + 1 \cdot 18 - 1 \cdot 16 - 1 \cdot 19) / 4 = 0,75; \quad b_{12} = (1 \cdot 20 - 1 \cdot 18 + 1 \cdot 16 - 1 \cdot 19) / 4 = -0,25.$$

Після обчислення коефіцієнтів моделі перевіряють її адекватність. Для цього з'ясовують середнє відхилення параметра оптимізації відносно лінії регресії. Характеристикою такого відхилення є залишкова сума квадратів, що припадає на одне вільне обстеження, яку називають дисперсією адекватності. Кількість вільних обстежень визначається кількістю ступенів вільності. Кількість ступенів вільності є різницею між кількістю обстежень і кількістю коефіцієнтів (констант), які незалежно один від одного обчислені за результатами обстежень. Дисперсію адекватності обчислюють із співвідношення:

$$s_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}{f}. \quad \text{Для перевірки гіпотези про адекватність моделі використовують}$$

співвідношення:  $F = \frac{s_{ad}^2}{s_y^2}$  і порівнюють його з табличним значенням критерію

Фішера на вибраному рівні ймовірності з відповідними ступенями вільності. Якщо обчислене значення критерію не перевищує табличне, то з вибраною довірчою ймовірністю модель можна вважати адекватною.

Не менш важливо знати, чи є статистично значущими коефіцієнти моделі, обчислені з використанням обмеженої кількості обстежень. Щоб відповісти на поставлене запитання, використовують критерій Стьюдента:  $t = \frac{|b_j|}{s_{b_j}}$

і порівнюють його з табличним значенням при вибраному рівні ймовірності і відповідною кількістю ступенів вільності. Якщо обчислене значення критерію більше за табличне, то робиться висновок про значущість коефіцієнта моделі.

При цьому, якщо паралельні обстеження відсутні, то:  $s_{b_j}^2 = \frac{s_y^2}{N}$ .

Загалом можливі два випадки: лінійна модель адекватна і лінійна модель неадекватна. Якщо лінійна модель адекватна, то в обмеженому факторному

просторі поверхню відгуку можна апроксимувати площиною. У такому випадку:

\* Якщо усі коефіцієнти регресії значущі, область оптимуму близька (на основі попередніх даних), то можна завершувати дослідження.

\* Якщо усі коефіцієнти регресії значущі, але область оптимуму далека (на основі попередніх даних), то потрібно рухатись по градієнту і продовжувати дослідження.

\* У випадку значущості коефіцієнтів регресії і невизначеності ситуації з областю оптимуму необхідний рух по градієнту і продовження дослідження.

Вважаємо (без необхідної для цього перевірки), що лінійна модель у розглянутому факторному просторі адекватна, коефіцієнти регресії значущі, але (на основі інтуїтивних міркувань) область оптимуму не досягнута. Якщо вибрана нульова точка і визначені коефіцієнти рівняння регресії, які у випадку адекватності лінійної моделі є складовими градієнта, то перемноживши ці коефіцієнти на вибрані перед цим кроки руху по градієнту (для кожного фактора кроки свої), знаходять точку на градієнті, яка наближає дослідника до точки оптимуму. При цьому пам'ятають, що надто дрібні кроки вимагають проведення великої кількості серій обстежень, надто великі кроки призводять до проскакування точки оптимуму. У нашому випадку, вибравши для  $\Delta x_1 = 1$ , для  $\Delta x_2 = 5$ хв., одержуємо головну окіл-точку на градієнті (який веде до оптимуму) наступної серії обстежень з координатами  $x_1 = 1,25 \cdot 5 = 7,25$ ;  $x_2 = 0,75 \cdot 45 = 33,75$ . З врахуванням зазначеного з необхідним заокругленням виконуємо наступну серію обстежень, результати якої представлені у таблиці Д 19.4.

Таблиця Д 19.4

Номер обстеження	$x_1$		$x_2$		$y$
1	8	+1	39	+1	25
2	6	-1	39	+1	23
3	6	-1	29	-1	22

4	8	+1	29	-1	24
---	---	----	----	----	----

Якщо відгук хоча б в одному з таких обстежень більший за усі значення, одержані до цього у серійних обстеженнях, то круте сходження вважається ефективним. Що дає підставу або вважати, що екстремальне значення відгуку досягнуто, або приймається рішення щодо планування чергової серії обстежень з центром у точці знайденого наближеного оптимуму і т. д. Процедура крутого сходження у поєднанні з прийняттям рішень циклічно продовжується до тих пір, поки не досягається оптимум, або не знаходиться найкращий можливий результат.

Для того, щоб одержані вибірккові дані можна було поширити на сукупність, необхідно щоб:

1. Параметр оптимізації  $Y$  був нормально розподіленою характеристикою.
2. Дисперсія  $Y$  не залежала від абсолютної величини цього параметра у різних факторних просторах. Якщо дисперсії не однорідні, то шляхом відповідного перетворення (часто логарифмічного)  $Y$  добиваються їх однорідності.
3. Значення факторів були не випадковими величинами.
4. Фактори не корелювали.

**20. Графічне представлення одержаних результатів.** Виконані у попередніх пунктах обчислення у ручному режимі можна здійснювати, безперечно, в автоматичному режимі, використовуючи придатні для цього програмні пакети. Проілюструємо використання програмних продуктів у зв'язку з графічним представленням емпіричних даних, побудувавши на їх основі діаграму та гістограму.

*Діаграма.* Нехай в обстеженні ефективності впливу трьох різних навчальних посібників на навчальні досягнення учнів одержано результати, представлені у таблиці Д 20.1. У комірках зазначеної таблиці наводяться середні значення навчальних досягнень у вибірках, які працювали з відповідним навчальним посібником.

Таблиця Д 20.1

Посібники	1	2	3
Навчальні досягнення	13	17	14

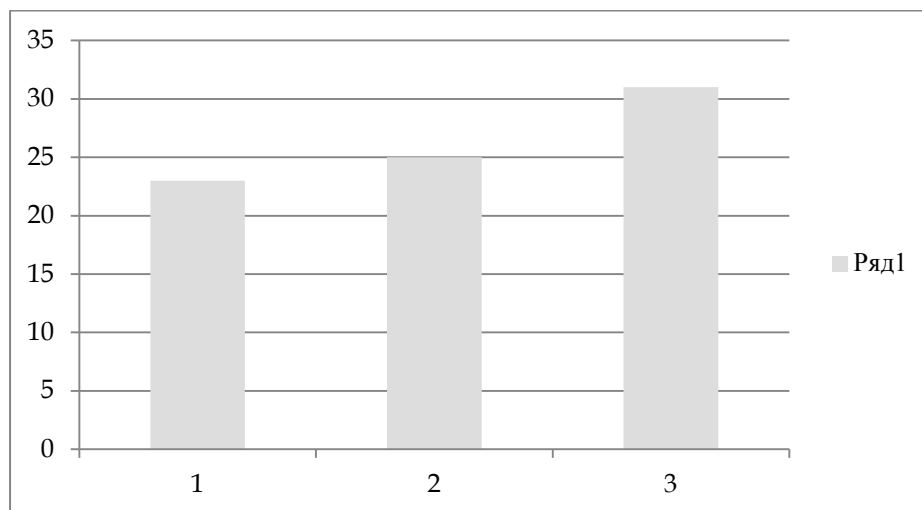


Рис. Д 20.1

Діаграма побудована з використанням програми Excel. Для цього на головній сторінці вводимо дані і вибираємо ВСТАВКА. На сторінці, що відкривається, вибираємо ІНШІ ДІАГРАМИ – УСІ ТИПИ ДІАГРАМ. Виділяємо необхідний тип і натискаємо ОК. Якщо побудовану діаграму необхідно імпортувати, копіюємо її у буфер і вставляємо в необхідний документ.

*Гістограма.* Варіаційний ряд графічно зображають у вигляді гістограми. При цьому по горизонтальній осі відкладають розряди або значення обстеженої характеристики; по вертикальній – абсолютну або відносну частоту значень обстеженої характеристики чи розрядів. Нехай за результатами обстеження ефективності впливу типу навчального посібника на навчальні досягнення учнів одержано дані, представлені у таблиці Д 20.2. У рядку *навчальні досягнення* наводяться значення навчальних досягнень учнів; у рядку *абсолютна частота* – кількість учнів з відповідними навчальними досягненнями.

Таблиця Д 20.2

Навчальні досягнення	13	14	17
----------------------	----	----	----

Абсолютна частота	23	25	31
-------------------	----	----	----

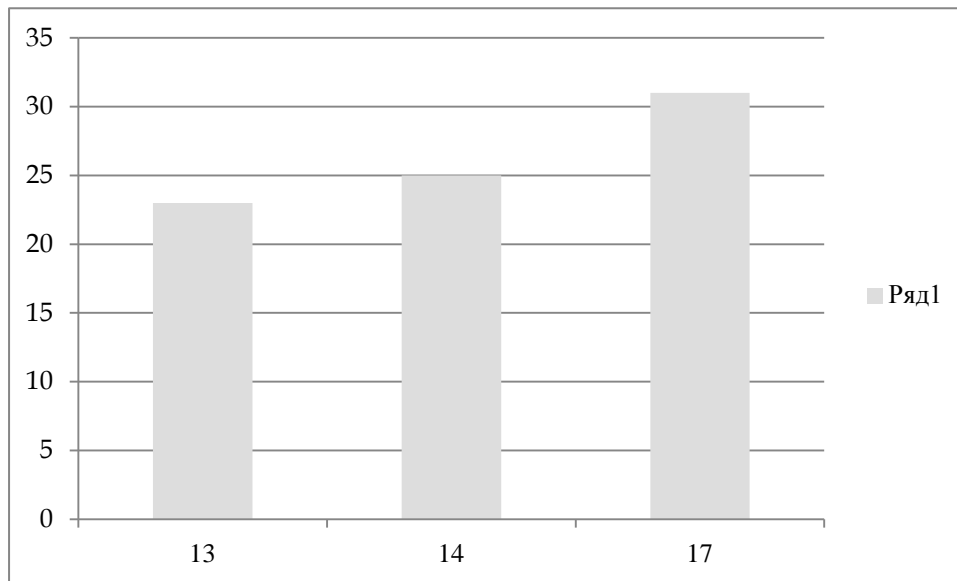


Рис. Д 20.2

Гістограма побудована з використанням програми Excel аналогічно до побудови наведеної вище діаграми.

## СТРУКТУРА

### **РОЗДІЛ 1. ПЕДАГОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ЗАГАЛЬНІ ОЗНАКИ, СПЕЦИФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ФІЛОСОФСЬКІ ОСНОВИ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ, МЕТОДИ І ОБ'ЄКТИ ВИВЧЕННЯ**

**Тема 1. Наука як форма суспільної свідомості.** Сутність науки та умови її функціонування як соціального інституту (...). Розвиток науки (...). Форми і характерні ознаки наукового знання (...). Наукове пізнання (...). Наукове дослідження (...). Типи наукових досліджень (...). Структурування наукових досліджень (...).

**Тема 2. Сутність педагогічного дослідження.** Особливості педагогічного дослідження (...). Типологія проблем у педагогічних дослідженнях (...). Типові запитання у дослідженні освітніх проблем (...). Шляхи пошуку відповіді на запитання дослідження (...). Типи досліджень освітніх проблем (...). Фундаментальне і прикладне педагогічне дослідження (...). Теоретичне та емпіричне педагогічне дослідження (...). Кількісне, якісне та категоріальне емпіричне дослідження (...). Етика педагогічного дослідження (...).

**Тема 3. Філософський базис педагогічних досліджень.** Гносеологічний аспект підвищення достовірності результатів педагогічних досліджень та ефективності навчально-виховного процесу (...). Інструменталізм (...). Неопозитивізм (...). Феноменологія (...). Екзистенціалізм (...). Неотомізм (...). Диференціація навчально-виховного процесу (...). Формування творчої особистості (...).

**Тема 4. Методологічні засади пізнання освітнього середовища.** Методологічні принципи і підходи, методологія (...). Методологічні принципи



наукового пізнання (...). Методологічні підходи до вивчення педагогічних явищ (...). Методологічні підходи до вивчення психічних феноменів (...).

**Тема 5. Методи дослідження освітніх проблем.** Метод наукового пізнання (...). Метод, методичний прийом і методика (...). Класифікація методів дослідження (...). Методи дослідження освітніх проблем (...). Інтроективне та ретроспективне дослідження психологічних аспектів освітніх проблем (...).

**Тема 6. Об'єкти вивчення і спостереження.** Вимоги до об'єктів вивчення (...). Сукупність і вибірка (...). Проста випадкова вибірка (...). Стратифікована випадкова вибірка (...). Кластерна випадкова вибірка (...). Систематична випадкова вибірка (...). Зручна вибірка (...). Цільова вибірка (...). Репрезентативність вибірки (...). Об'єм вибірки (...). Вимоги репрезентативності у різного типу дослідженнях (...). Технологія утворення вибірок у різного типу дослідженнях (...).

## **РОЗДІЛ 2. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ**

**Тема 7. Елементи теорії ймовірностей.** Частота настання випадкової події та її ймовірність (...). Основні положення теорії ймовірностей (...). Ймовірність і розподіл ймовірностей випадкової події (...). Властивості нормальних функцій (...). Розподіли, пов'язані з нормальним (...). Характеристики розподілу ймовірностей значень випадкової величини (...). Випадкові події, явища і процеси (...).

**Тема 8. Елементи математичної статистики.** Описова і вивідна статистика (...). Розподіл частот значень досліджуваної характеристики (...). Апроксимація розподілу частот емпіричного масиву значень досліджуваної характеристики (...). Міри локалізації емпіричних даних (...). Міри розсіювання емпіричних даних (...). Практичне застосування розподілу частот (...).

### РОЗДІЛ 3. ОБСТЕЖЕННЯ І ОБСТЕЖУВАЛЬНІ ШКАЛИ

**Тема 9. Характеристики об'єктів вивчення та їх обстеження.** Ознаки, властивості і величини (...). Типи величин (...). Дискретні випадкові величини (...). Неперервні випадкові величини (...). Нормально розподілені неперервні випадкові величини (...). Процес обстеження (...). Особливості виконання обстежень у дослідженні освітніх проблем (...).

**Тема 10. Засоби обстеження.** Типологія засобів обстеження (...). Сигнал і шум (...). Точність і чутливість приладів вимірювання (...). Метрологічні вимоги до пристроїв фіксації (...). Валідність пристроїв фіксації (...). Надійність пристроїв фіксації (...). Коректність пристроїв фіксації (...). Метрологічна характеристика інструментів ідентифікації (...).

**Тема 11. Обстежувальні шкали.** Загальна характеристика шкал (...). Шкала найменувань (...). Рангова шкала (...). Рейтингова шкала (...). Порядкова шкала (...). Шкала рівних інтервалів (...). Шкала пропорційних оцінок (...). Конструювання обстежувальних шкал (...). Побудова номінальних шкал (...). Перевірка ідентичності індикаторів засобу обстеження (...). Побудова шкали рівних інтервалів (...). Контрольні шкали (...). Обстежувальні шкали у педагогічних дослідженнях (...).

**Тема 12. Достовірність результатів обстеження.** Похибка обстеження (...). Систематична похибка (...). Випадкова похибка (...). Абсолютна і відносна похибка обстеження (...). Межі істинного значення досліджуваної характеристики (...). Обчислення похибок прямих і непрямих обстежень (...). Операції з наближеними значеннями величин і властивостей (...). Зменшення впливу побічних факторів на результати обстеження (...). Ефект спостерігача (...). Коректність результатів обстеження (...).

### РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ ЗБОРУ, ОПРАЦЮВАННЯ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЕМПІРИЧНИХ ДАНИХ

**Тема 13. Опрацювання документальних джерел.** Документальні джерела (...). Первинні і вторинні документальні джерела (...). Достовірність документальних джерел (...). Особливості аналізу документальних джерел (...). Якісний аналіз документальних джерел (...). Кількісний аналіз документальних джерел (...).

**Тема 14. Спостереження.** Загальні ознаки спостережень (...). Типи спостережень (...). Інструментарій педагогічних спостережень (...). Недоліки спостережень (...). Методи підвищення надійності результатів спостережень (...).

**Тема 15. Опитування.** Опитування (...). Анкетування (...). Інтерв'ювання (...). Методика інтерв'ювання (...). Вплив дослідника на респондента (...). Підготовка інтерв'юєрів (...). Соціометричне опитування (...). Експертне опитування (...). Виявлення особистісних диспозицій (...). Технологія опитування (...). Надійність результатів опитування (...).

**Тема 16. Плани інтерв'ю і анкети.** Запитання стосовно фактів (...). Запитання стосовно оцінок (...). Відкриті і закриті запитання (...). Прямі і непрямі запитання (...). Особові і безособові запитання (...). Програмні і дочірні запитання (...). Цільові і функціональні запитання (...). Основні і контрольні запитання (...). Загальні вимоги до запитань та відповідей (...). Принципи побудови засобу опитування (...). Особливості побудови планів інтерв'ю (...). Технологія розроблення засобу опитування (...). Проба засобу опитування (...). Класифікація опитувальників (...).

**Тема 17. Тестування.** Загальні відомості про тестування (...). Типологія тестів (...). Тести інтелекту і досягнень та контрольні роботи (...). Показники навчальних досягнень (...). Субтести (...). Трудність субтесту (...). Дискримінантність субтесту (...). Внутрішня узгодженість тесту (...). Конструювання тесту (...). Стандартизована тестова шкала (...). Бланк обстеження (...). Паралельна форма тесту (...). Адаптація тесту (...).

**Тема 18. Описова статистика.** Завдання описової статистики (...). Табличне представлення даних (...). Графічне представлення емпіричних даних

(...). Упорядкування емпіричних даних (...). Міри центральної тенденції (...). Міри мінливості (...). Перетворення емпіричних даних (...). Трансформація масиву емпіричних даних (...).

**Тема 19. Вивідна статистика.** Завдання вивідної статистики (...). Теоретичні основи вивідної статистики (...). Визначення меж довірчого інтервалу (...). Статистичні гіпотези (...). Перевірка нормальності розподілу (...). Використання табличних значень функції нормального розподілу (...).

**Тема 20. Інтерпретація результатів дослідження.** Проблема якісної інтерпретації кількісних даних (...). Судження (...). Умовиводи (...). Дедуктивний умовивід (...). Індуктивний умовивід (...). Аналогія (...). Логічні закони (...). Доведення (...). Теорія і теоретичні узагальнення (...).

## **РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ**

**Тема 21. Теоретичні дослідження.** Технології педагогічних досліджень (...). Характерні ознаки теоретичного дослідження (...). Звичайне бібліографічне педагогічне дослідження (...). Історично-педагогічне дослідження (...). Порівняльно-педагогічне дослідження (...). Етнографічне педагогічне дослідження (...).

**Тема 22. З'ясування характеристик педагогічних об'єктів.** Зовнішня валідність (...). Непараметричні методи статистичного аналізу категоріальних даних (...). Непараметричні методи статистичного аналізу порядкових даних (...). Непараметричні методи статистичного аналізу кількісних даних (...). Висновки щодо середнього значення сукупності (...). Висновки щодо  $\mu_1 - \mu_2$  у випадку незалежних вибірок (...). Висновки щодо  $\mu_1 - \mu_2$  у випадку залежних вибірок (...). Висновки відносно дисперсії сукупності (...). Висновки відносно  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  для незалежних вибірок (...). Висновки відносно  $\sigma_1^2 / \sigma_2^2$  для залежних вибірок (...).

**Тема 23. Виявлення кореляційного зв'язку між характеристиками.** Природа кореляційного дослідження (...). Обчислення кореляційного зв'язку

(...). Часткова кореляція (...). Діаграма розсіювання (...). Рівняння передбачення (...). Пошук взаємозв'язку між величинами: процентування (...). Технологія кореляційного дослідження (...). Інтерпретація кореляційного зв'язку між характеристиками (...). Загрози внутрішній валідності у кореляційних дослідженнях (...). Факторний і кластерний аналізи (...). Перевірка незалежності класифікації об'єктів за декількома ознаками (...).

**Тема 24. Детермінантне вивчення освітніх явищ і процесів.** Методології детермінантного вивчення (...). Характерні ознаки квазіекспериментального дослідження (...). Структура квазіекспериментального дослідження (...). Загрози внутрішній валідності у квазіекспериментальних дослідженнях (...). Аналіз результатів квазіекспериментального дослідження (...). Унікальність експериментального дослідження (...). Сутнісні характеристики експериментального педагогічного дослідження (...). Рандомізація дії зовнішніх чинників (...). Нерандомізовані експериментальні плани (...). Квазірандомізовані експериментальні плани (...). Рандомізовані експериментальні плани (...). Серійні експериментальні плани (...). Експериментальні плани з одним суб'єктом (...). Загрози валідності експериментального дослідження (...). Контроль загроз валідності експериментального дослідження (...). Алгоритм експериментального дослідження (...). Експериментальний метод у психології (...).

## **РОЗДІЛ 6. МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Тема 25. Раціональні експериментальні плани.** Основні завдання планування експерименту (...). Однофакторні і багатофакторні експериментальні плани (...). Однофакторні експериментальні плани без обмежень на рандомізацію (...). План двофакторного експерименту без обмежень на рандомізацію (...). План трифакторного експерименту без обмежень на рандомізацію (...). Експериментальні плани з обмеженнями на рандомізацію (...).

**Тема 26. Оптимальні експериментальні плани.** Сутнісні ознаки оптимального експерименту (...). Вимоги до об'єктів вивчення в оптимальних експериментах (...). Параметри оптимізації (...). Фактори оптимального експерименту (...). Вибір моделі (...). Прийняття рішень перед плануванням експерименту (...). Повний факторний експеримент типу  $2^k$  (...). Побудова матриць складніших експериментальних планів (...). Технологія планування оптимального експерименту (...). Реалізація плану оптимального експерименту (...).

**Тема 27. Використання персональних комп'ютерів у педагогічних дослідженнях.** Можливості використання ПК у педагогічних дослідженнях (...). Занесення даних і формул у комірки Excel (...). Аналіз масиву даних (...). Міри центральної тенденції (...). Міри розсіяння (...). Нормальний розподіл (...). Інші типи розподілу (...). Перевірка гіпотез (...). Кореляційний зв'язок (...). Графічне представлення даних (...).

## **РОЗДІЛ 7. ПЛАНУВАННЯ І ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ, УЗАГАЛЬНЕННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ**

**Тема 28. Планування дослідження.** Етапи виконання дослідження (...). Аналіз стану досліджуваної проблеми (за літературними джерелами і даними практики) (...). Виокремлення об'єкта і предмета дослідження (...). Обґрунтування теми дослідження (...). Формулювання гіпотези дослідження (...). Формулювання мети і завдань дослідження (...). Розроблення концепції (теоретичних основ і методологічних засад) дослідження (...). Розроблення програми і методики дослідження (...). Характеристика термінологічного апарату та умовних позначень дослідження (...). Оформлення запиту на виконання НДР (...).

**Тема 29. Виконання дослідження і узагальнення його результатів.** Виконання дослідження (...). Опрацювання результатів дослідження (...). Узагальнення результатів дослідження (...). Формулювання пропозицій щодо по-

дальшого пошуку з досліджуваного питання (...). Апробація результатів дослідження (...). Впровадження результатів дослідження (...).

**Тема 30. Оформлення результатів дослідження.** Загальні зауваження (...). Основні вимоги до оформлення результатів наукового дослідження (...). Підсумковий огляд (...). Реферат (...). Тези доповіді (...). Стаття (...). Монографія (...). Науковий звіт (...). Курсова робота (...). Бакалаврська робота (...). Дипломна і магістерська роботи (...). Кандидатська і докторська дисертації (...).

## ДОДАТКИ

1. Елементи комбінаторики і утворення вибірок (...). 2. Перевірка пристрою фіксації (...). 3. Деякі показники, що використовуються в емпіричних дослідженнях (...). 4. Похибки обстежень (...). 5. Міри центральної тенденції і мінливості (...). 6. Стандартизація первинних оцінок (...). 7. Розподіли ймовірності значень дискретної випадкової характеристики (...). 8. Нормальний розподіл значень неперервної випадкової величини (...). 9. Статистичні висновки відносно даних, одержаних у шкалі найменувань (...). 10. Непараметричні методи статистичного аналізу порядкових даних (...). 11. Висновки щодо середнього арифметичного (...). 12. Висновки щодо дисперсії (...). 13. Обчислення кореляційного зв'язку (...). 14. Перевірка статистичних гіпотез для кореляційного зв'язку (...). 15. Регресивний аналіз (...). 16. Однофакторний дисперсійний аналіз (...). 17. Двофакторний дисперсійний аналіз (...). 18. Трьохфакторний дисперсійний аналіз (...). 19. Оптимальний експериментальний план (...). 20. Графічне представлення одержаних результатів (...).

## ПІСЛЯМОВА

Аналіз показує, що вірогідність результатів наукового дослідження забезпечується насамперед однозначністю теоретичних позицій його автора, якістю вихідних положень, адекватністю методики, досконалістю інструментарію, коректністю кількісного та якісного опрацювання емпіричних даних.

По тому, як перелічені характеристики узгоджуються між собою, можна опосередковано судити про якість виконаного дослідження.

До зазначеного потрібно додати, що запорукою вдалого наукового дослідження слугують дослідницькі знання та уміння дослідника, його обізнаність з проблемою дослідження та особистісні якості.

Автор сподівається, що його прагнення поділитися власними знаннями та уміннями з планування, організації та виконання досліджень освітніх проблем позитивно зустріли майбутні дослідники, запаливши у собі вогонь нестримного бажання виконати коректне педагогічне дослідження, збагнувши при цьому, наскільки це складно, погоджуючись і не погоджуючись в окремих місцях з позицією автора, з розумінням сприймаючи допущені ним огріхи.

Автор сподівається, що майбутні дослідники, опрацювавши матеріал посібника, сформували у собі переконання щодо готовності до професійної дослідницької діяльності в освітній галузі. Проте найкращий спосіб дізнатися, наскільки дослідник готовий до виконання коректного наукового дослідження, полягає у його виконанні.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
2. Аканов Б.А., Карамзин Н.А. Основы научных исследований.– Алма-Ата: Мектеп, 1989. – 133 с.
3. Артемчук Г.І., Курило В.М., Кочерган М.П. Методика організації науково-дослідної роботи. – К.: Форум, 2000. – 272 с.
4. Архангельский С.И., Михеев В.И. Теоретические основы научной организации педагогических исследований.– М.: Знание, 1976. – 26 с.
5. Ашерев А.Т. Подготовка, экспертиза и защита диссертаций. – Харьков: Изд-тво УИПА, 2002. – 135 с.
6. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения качества педагогических исследований. – М., 1982. – 98 с.
7. Білуха М.Г. Основи наукових досліджень. – К.: Вища школа, 1997. – 271 с.
8. Большев Л.И., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
9. Бондаренко Г.В. Історичне пізнання: питання теорії і практики. – Луцьк, 1998. – 189 с.
10. Ботвинников В.Д. Организация и методика педагогических исследований. – М., 1981. – 43 с.
11. Бурдин К.С., Веселов П.В. Как оформить научную работу. – М.: Высшая школа, 1973. – 152 с.
12. Бурлачук Л.Ф., Морозов С.М. Словарь-справочник по психологической диагностике. – К.: Наукова думка, 1989. – 200 с.

13. Введение в научное исследование по педагогике / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Педагогика, 1988. – 237 с.
14. Герасимов И.Г. Научное исследование. – М.: Наука, 1972. – 279 с.
15. Гессен С.И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию. – М.: Школа-Пресс, 1995. – 448 с.
16. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 496 с.
17. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 1965. – 400 с.
18. Гончаренко С.У. Педагогічні дослідження. – К., 1995. – 48 с.
19. Громько Г.А. Статистика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 408 с.
20. Дикий Н.А., Халатов А.А. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1985. – 223 с.
21. Зазвягинский В.И. Методология и методика дидактического исследования. – М., 1982. – 116 с.
22. Загвязинский В.И. Методология и методика социально-педагогического исследования. – Тюмень, 1995. – 98 с.
23. Клименюк А.В., Калита А.А., Бережная Э.П. Методология и методика педагогического исследования. – К., 1988. – 100 с.
24. Косолапов В.В., Щербань А.Н. Оптимизация научно-исследовательской деятельности. – К.: Наукова думка, 1971. – 297 с.
25. Краевский В.В. Методология педагогического исследования. – Самара: Изд-во СамГПИ, 1994. – 165 с.
26. Кутейников А.Н. Математические методы в психологии. – СПб.: Речь, 2008. – 176 с.
27. Кыверялг А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике. – Таллин: Валгус, 1980. – 332 с.
28. Математическая теория планирования эксперимента / Под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука, 1983. – 392 с.

29. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. – М.: Наука, 1971. – 576 с.
30. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. – М., 1960. – 430 с.
31. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. – СПб.: Речь, 2006. – 392 с.
32. Нижник В.Г. Вимірювання фізичних величин та обчислення похибок. – К.: Радянська школа, 1979. – 104 с.
33. Основы научных исследований / Под ред. В.И. Крутова, И.М. Грушко, В.В. Попова. – М.: Высшая школа, 1989. – 400 с.
34. П'ятницька-Позднякова І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі. – К., 2003. – 116 с.
35. Проблемы методологии педагогики и методики исследований / Под ред. М.А. Данилова, Н.И. Болдырева. – М.: Педагогика, 1971. – 350 с.
36. Светозарова Г.И., Мельников А.А., Козловский А.В. Практикум по программированию на языке БЕЙСИК. – М.: Наука, 1988. – 368 с.
37. Сидоренко В.К., Дмитренко П.В. Основи наукових досліджень. – К, 2000. – 260 с.
38. Сисоєва С.О., Кристопчук Т.Є. Педагогічний експеримент у наукових дослідженнях неперервної професійної освіти. – Луцьк: ВАТ «Волинська обласна друкарня», 2009. – 460 с.
39. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований (в помощь начинающему исследователю). – М.: Педагогика, 1986. – 152 с.
40. Теннант-Смит Дж. Бейсик для статистиков. – М.: Мир, 1988. – 208 с.
41. Туранов Ю.О., Уруський В.І. Науково-дослідна робота в закладах освіти. – Тернопіль: Астон, 2001. – 140 с.
42. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1983. – 276 с.
43. Хоменко Е.А. Логика. – М.: Изд-во МО СССР, 1971. – 192 с.

44. Ядов В.А. Социологическое исследование: методология, программа, методы. – М.: Наука, 1987. – 248 с.