

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

Р. Ф. АХМЕТОВ

**ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ**

Навчальний посібник

Житомир
Видавець О. О. Євенок
2018

УДК 796.011.3

ББК 75.1

A95

Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол №11 від 23.02.2018 р.)

Рецензенти:

Л. В. Волков – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедрою теорії і методики фізичного виховання Переяслав-Хмельницького державного педагогічного університету;

Ж. Л. Козіна – доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор, завідувач кафедри циклічних видів спорту та спортивних ігор Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди;

Т. Б. Кутек – доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор, декан факультету фізичного виховання і спорту Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Ахметов Р. Ф.

A95 Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. – Житомир : Видавець О. О. Євенок, 2018. – 204 с.

ISBN 978-617-7607-77-8

У навчальному посібнику «Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті» розглянуто сучасні концепції наукового дослідження, його методологічні основи, методику й методи. Проаналізовано методи теоретичного узагальнення наукової інформації та аналізу документальних матеріалів, методи математичної статистики й багато додатків, які допоможуть студентам у процесі підготовки й оформлення творчих праць.

Навчальний посібник містить основні поняття, формули та розв'язки типових задач, необхідні статистичні таблиці та питання для поточного самостійного контролю якості набутих знань і навичок.

Для студентів, аспірантів, слухачів курсів підвищення кваліфікації, тренерів, педагогів і наукових працівників галузі фізичної культури та спорту.

УДК 796.011.3

ББК 75.1

Наукове видання

АХМЕТОВ Рустам Фагимович

Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті

Навчальний посібник

Надруковано з оригінал-макету автора

Підписано до друку 19.02.2018. Формат 60х90/16. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman. Друк різнографічний.

Ум. друк. арк. 15.0. Обл. вид. арк. 12. Наклад 300. Зам.

Видавництво ФОП Євенок О. О.

ДК № 3544 від 05.08.2009 р.

м. Житомир, вул. Мала Бердичівська, 17-а

тел: (0412) 42-21-06

ISBN 978-617-7607-77-8

© Ахметов Р. Ф., 2018

ВІД АВТОРА

Розвиток науково-технічного прогресу значною мірою впливає на вдосконалення вищої освіти загалом і педагогічної зокрема. Реформування загальноосвітньої школи, її гуманізація та демократизація передбачає нові вимоги до знань студентів, відбору наукової інформації, вміння ставити та розв'язувати різноманітні принципово нові завдання сучасними методами, що може бути досягнуто за умови озброєння фахівців новітніми знаннями в галузі наукових досліджень. Це зобов'язує вищу школу широко залучати студентів до проведення наукових досліджень, набуття навичок і вмінь творчої праці. Таким чином, наукова підготовка студентів – одна з важливих засад навчання, формування фахівців нової генерації, яка забезпечується введенням у навчальні плани вищих навчальних закладів предмета «Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті».

Предмет «Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті» передбачає озброєння студентів елементами наукових досліджень, що сприятиме розвитку їхнього творчого мислення, оптимальної організації розумової діяльності.

За період навчання на факультеті фізичного виховання студент готує курсові роботи, реферати з дисциплін відповідно до навчального плану, виконує й оформляє власні наукові дослідження у різних формах навчального процесу під керівництвом викладачів. Для цього під час вивчення теоретичного курсу й виконання досліджень за обраною темою студент повинен оволодіти методологією та методикою наукових досліджень, навчитись відбирати й аналізувати необхідну інформацію, формувати мету й завдання,

розробляти теоретичні передумови, планувати й проводити експеримент, опрацьовувати результати вимірювань, порівнювати результати експерименту з теоретичними положеннями, формулювати висновки, за результатами дослідження скласти звіт, готувати доповіді, наукові статті.

Діяльність сучасного представника спортивної галузі – вчителя, тренера, викладача, менеджера, лікаря, дослідника – тісно пов'язана з науково-обґрунтованою побудовою навчального та навчально-тренувального процесу, широким застосуванням математичних моделей у практиці підготовки кваліфікованих спортсменів, автоматизацією наукового експерименту, різноманітними проблемами обробки великих обсягів статистичної інформації (результатів навчальної, тренувальної та змагальної діяльності, даних медичних обстежень та ін.).

Для успішного розв'язання цих завдань необхідна певна математична підготовка, теоретичний базис, що містить у собі елементи багатьох математичних дисциплін. Більшість наявних підручників із теорії ймовірності та математичної статистики адресовано студентам вищих технічних чи економічних навчальних закладів або фізико-математичних спеціальностей університетів. Вони розраховані на велику кількість навчальних годин і високий рівень знань та навичок студентів не тільки з елементарної, але й вищої математики.

Мета навчального посібника – розкрити елементи різних математичних дисциплін, сформувані науковий світогляд у процесі навчання математичних методів розв'язання практичних завдань фізичної культури та спорту. У посібнику використано загальні положення основних методів математичної статистики, розділів

вищої математики у доступній формі фахівцям спортивної галузі. У посібнику розкрито лише зміст математичних методів (без доведень у повному обсязі, як того вимагає «чиста» математика), тобто пояснюються та розкриваються особливості й обмеження практичного використання цих методів на прикладах, які мають навчальний, ілюстративний характер. Обмеження за форматом змусили залишити за межами навчального посібника деякі цікаві методи, які застосовуються у спортивних дослідженнях, але вимагають більш ґрунтовної математичної підготовки (метод екстраполяції, метод експертних оцінок тощо).

Поділ матеріалу на розділи та підрозділи дозволяє виділити головне та зосередити на ньому увагу читачів. Нумерацію формул, рисунків, таблиць і прикладів для зручності зроблено окремо для кожного підрозділу. У кінці кожного розділу навчального посібника містяться питання для самостійного контролю набутих знань і навичок. Практичні завдання читач може вибрати в спеціальній літературі, список якої наведено в кінці посібника. Також для зручності виконання практичних завдань і більш ґрунтовного розуміння теоретичного матеріалу в посібнику наведено деякі статистичні таблиці, які широко використовуються у практичній діяльності.

Автор сподівається, що даний навчальний посібник слугуватиме не тільки студентам, але й фахівцям, які працюють у напрямку методики фізичного виховання та спортивного тренування. Автор заздалегідь вдячний колегам-викладачам вищих навчальних закладів і тренерам за кожне критичне зауваження. Вважаю, що ділова критика дозволить підвищити якість навчального посібника в подальшій роботі.

Розділ 1.
СТРУКТУРА І ЗМІСТ
НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Вчитель, тренер, інструктор чи оргпрацівник у практичній діяльності вирішують безліч завдань з навчання, тренування, оздоровлення та організації навчально-тренувального й виховного процесів. Якщо ця діяльність відбувається відносно безпроблемно, працівник і його учні досягають поставленої мети, то більшість фахівців, зазвичай, задовольняються її результатами. Якщо докладені зусилля не принесли очікуваного результату або педагог і його учні ставлять перед собою складні завдання, то вирішення цих проблем вимагає від педагога:

– системного вивчення особливостей окремих учнів і колективу класу (групи ДЮСШ) в цілому;

– дослідження фізичного розвитку, фізичної підготовки, функціонального та психологічного стану дітей;

– спостереження і детального аналізу уроків (тренувальних занять);

– аналізу власної діяльності й досвіду роботи колег;

– пошуку і добору найбільш адекватних засобів, методів і форм навчання;

– апробації ефективності різних режимів рухової діяльності в конкретних умовах навчально-тренувальної роботи;

– визначення оптимальних параметрів фізичних і психічних навантажень для учнів (спортсменів) під час виконання різних за характером та інтенсивністю фізичних вправ;

– системної оцінки динаміки показників фізіологічних функцій, оперативних і кумулятивних ефектів, досягнутих внаслідок фізичних навантажень;

– раціонального планування уроків фізичної культури і спортивного тренування на основі інформації, одержаної при реалізації зазначених раніше вимог;

– забезпечення комфортних педагогічних умов вирішення завдань фізичного виховання або спортивного тренування.

Кожен учитель (тренер) повинен дотримуватись у професійній діяльності більшості цих вимог. Тому, якщо прийняти визначення педагогічного дослідження, запропоноване Б. А. Ашмаріним, як детальний науковий аналіз будь-яких педагогічних явищ з метою пізнання їх механізмів (з якою метою?), причин (чому відбуваються?) і результатів (чого досягаємо?) для узагальнення і визначення ефективних засобів, методів і форм педагогічного впливу, то можна дійти висновку, що діяльність спортивного педагога є дослідницькою і має науковий характер. Проте будь-яке дослідження повинно бути чітко окресленим, мати певне спрямування і визначену тему.

1.1. Вибір теми дослідження

Добре проаналізувавши власну працю, вивчивши досвід колег і наукову та методичну літературу з означеної проблеми, справжні педагоги запроваджують у навчально-виховний процес нові методи, засоби та форми його організації або вносять зміни у техніку виконання фізичних вправ чи керування процесом фізичного виховання і спортивного тренування й саме так досягають високих результатів. Таким чином розробляються інноваційні педагогічні технології і

виховуються чемпіони та рекордсмени. У випадку невдач наполегливі вчителі та тренери повторюють цей шлях знову і знову, шукаючи способів досягнення успіху своїх учнів, і добре, якщо це відбувається за їхньої активної участі.

Так народжуються теми наукових досліджень, які одержали назву «ініціативні». Цей шлях у науці є найбільш продуктивним, якщо ініціативна тема виникла у результаті належної теоретичної підготовки пошукувача, його високої професійної кваліфікації.

На жаль, в реальному житті часто ініціативні теми з'являються внаслідок недостатньої кваліфікації фахівця, його вузького наукового світогляду. Розібратися в ситуації й, за можливістю, підтримати ініціативу автора може науковий керівник.

Інший шлях вибору напряму дослідження, передбачає участь у розробці окремих аспектів проблеми, над розв'язанням якої працює певний науковий колектив чи наукова школа. Наприклад, наукова школа працює над проблемою оптимізації процесу фізичного виховання школярів. Щоб її розв'язати слід вивчати особливості фізичного виховання учнів різних вікових груп, індивідуалізацію та інтелектуалізацію цього процесу, комп'ютеризацію, фізичний розвиток та підготовку та активізацію учнів. Кожна з цих позицій може бути темою окремого дослідження.

Нарешті, предметом дослідження можуть бути замовлені теми. Вони, зазвичай, пов'язані з основними планами науково-дослідної роботи галузі. Найчастіше такі теми замовляються спортивними організаціями для вирішення нерозв'язаних завдань спортивного тренування збірних команд із різних видів спорту. За

актуальністю й економічним значенням ці теми мають переваги над іншими.

У будь-якому випадку при виборі теми дослідження потрібно враховувати бажання виконавця, його сильні та слабкі сторони, спираючись на перші і, по можливості, нейтралізуючи другі. Якщо, наприклад, дослідження буде стосуватися засобів навчання, то бажано, щоб дослідник мав власний досвід їх застосування і добре володів ними.

За цим принципом мають визначатися теми досліджень і фахівцям, які прийшли у галузь фізичної культури і спорту з суміжних галузей (медицини, біології, психології тощо). При цьому важливо, щоб такий прихід був продиктований бажанням реалізувати задуману ідею. Саме такі особи мають найбільші шанси обрати вдалу тему, над якою працюватимуть творчо і з натхненням та задоволенням від отриманих результатів.

Проконсультуватися щодо вибору теми дослідження пошукувач може у будь-якій науковій установі або на кафедрі, де навчаються аспіранти, оскільки саме там зосереджені наукові сили.

У теорії фізичного виховання розрізняють три різновиди педагогічних досліджень:

1. Методичні праці, які не спрямовані на виявлення нових закономірностей, а включають різні методичні підходи та методики. До таких робіт відносять вивчення досвіду роботи фахівців.

В енциклопедичній літературі педагогічний досвід визначається як «сукупність знань, умінь, які здобуваються педагогом у процесі повсякденної навчально-виховної роботи. Водночас педагогічний досвід є одним із джерел розвитку педагогічної науки».

Вивчення й узагальнення педагогічного досвіду має важливе значення для підвищення ефективності педагогічної діяльності. Особливо важливими такі наукові дослідження є для студентів та магістрантів, оскільки вони, з одного боку, є ефективним засобом їхнього професійного формування, а з іншого – дозволяють на належному науковому і фаховому рівні виконати курсові, дипломні та магістерські роботи.

Розрізняють два напрями педагогічного досвіду:

– педагогічну майстерність, яка полягає в умілій, раціональній і комплексній реалізації досягнень педагогічної науки у процесі навчання та виховання молоді, що дозволяє отримати результати, які відповідають сучасним вимогам і випереджують рівень, досягнутий у масовій педагогічній практиці;

– педагогічне новаторство, яке, окрім першого, передбачає новизну в постановці мети, виборі стратегії; впровадження у навчально-виховний процес власних перспективних знахідок педагога; нові ефективні, актуальні та ефективні прийоми, методи і форми організації педагогічного процесу.

Педагогічне новаторство інколи ототожнюють з передовим педагогічним досвідом.

Очевидно, що вивчення передового педагогічного досвіду, його аналіз і з'ясування наукових положень, які забезпечують ефективність навчання і виховання молоді, вимагає відповідної підготовки дослідника. Він повинен досконало володіти теорією і методикою фізичного виховання; мати належну психологічну підготовку; вміти спостерігати, а також знати критерії оцінки передового педагогічного досвіду, якому притаманні такі ознаки:

– висока ефективність навчально-виховного процесу, що характеризується досягненнями учнів у засвоєнні знань, фізичному розвитку й підготовленості, фізкультурно-спортивній активності та високими спортивними результатами;

– створення цілісної системи всебічного розвитку особистості учнів;

– стабільність досягнень упродовж тривалого часу та в різних умовах;

– доступність методики широкому загалу вчителів фізичної культури або тренерів і можливість її творчого застосування в інших умовах та на інших об'єктах;

– відповідність сучасним гуманістичним та демократичним поглядам на навчально-виховний процес;

– новаторські компоненти педагогічної діяльності не повинні негативно позначитися на вирішенні інших завдань навчально-виховного процесу;

– передовий педагогічний досвід повинен забезпечувати відносно економні витрати зусиль і часу педагогів та учнів. У процесі вивчення педагогічного досвіду предметом дослідження може бути або діяльність педагога в цілому, або окремі компоненти навчально-виховного процесу.

У будь-якому випадку вивчаючи педагогічне новаторство дослідник аналізує зміст, процеси, умови, якість і результати праці конкретних людей. При цьому до уваги беруться такі основні компоненти передового педагогічного досвіду:

– конкретні завдання навчально-виховної діяльності, які успішно вирішуються автором або групою авторів, чи навіть авторських колективів;

– реальну діяльність, дії педагогів, учнів та інших учасників педагогічного процесу – авторів передового педагогічного досвіду;

– новизну і переваги порівняно з роботою інших педагогів;

– основні ідеї досвіду й умови їх реалізації;

– обумовленість досвіду особистісними якостями автора, умовами, створеними в навчальному закладі;

– шляхи і засоби передачі, засвоєння і впровадження передового педагогічного досвіду.

Передовий досвід завжди суперечить ортодоксальному, традиційному, застарілому, тому об'єктом спеціального наукового дослідження, поряд з передовим, має бути й негативний педагогічний досвід.

У загальній програмі будь-якого наукового дослідження досвід вивчається на його початку (дивись: «Констатувальний експеримент») і наприкінці, оскільки педагогічний досвід (практика) виступає і як джерело пізнання, і як об'єкт перетворення (удосконалення) на основі наукового узагальнення взірців.

2. Науково-методичні дослідження, які ставлять за мету пошук нових шляхів реалізації завдань фізичного виховання або спортивного тренування (методів, засобів, форм) і відтворення в експерименті відомих закономірностей.

Якщо перший різновид досліджень дозволяє лише констатувати стан навчально-виховного процесу і підходи до його реалізації, то науково-методичні дослідження вимагають широкого застосування методів дослідження та передбачають втручання у навчально-виховну діяльність, зміни умов, запровадження нових засобів, методів і форм роботи. Такі дослідження

вимагають кількісної і якісної оцінки результатів і на її основі виявляють нові закономірності.

Отже, спільним між методичними і науково-методичними роботами є те, що вони спрямовані на вирішення питань методики навчання, тренування і виховання, а відрізняються рівнем новизни. Якщо в дослідженні виявлені нові ефективні шляхи реалізації завдань фізичного виховання або спортивного тренування і в експериментальних умовах відтворені нові закономірності, то таке дослідження можна вважати науково-методичним.

3. Науково-дослідні роботи присвячуються вивченню широкого кола питань, що виходять за межі методики навчання та виховання і можуть вирішувати проблеми вдосконалення техніки виконання фізичних вправ, керування процесом фізичного виховання, економіки фізичного виховання та спорту тощо.

Про науковість дослідження. Науковість роботи визначається й оцінюється за такими критеріями:

1. Предмет дослідження можна дослідити й описати.
2. Про предмет в дослідженні має бути сказано щось таке, про що не говорилося раніше, або мають бути переосмислені вже висловлені кимось ідеї.

Науково корисною є і аналітична праця, у якій автор системно розподілив твердження, висловлені різними вченими з певного питання, і якщо нічого подібного на цю тему до цього часу не створювалося.

3. Дослідження має бути корисним для інших. Робота є науковою, якщо, крім дотриманих перших двох критеріїв, у ній додається щось до того, що було відоме раніше, і якщо подальші дослідження з цієї теми хоча б у теоретичній частині враховуватимуть цей внесок. При

цьому ступінь наукової цінності внеску пропорційна ступеню його необхідності для практики.

4. Автор дослідження має вказувати шляхи перевірки запропонованої ідеї та давати рекомендації щодо напрямків подальших досліджень порушеної проблеми іншими дослідниками.

1.2. Напрямок дослідження, його об'єкт, предмет і тема

У науково-дослідній роботі виокремлюється науковий напрям, структурними одиницями якого є питання теми і проблеми.

Під **науковим напрямом** розуміють сферу наукових досліджень, які присвячені вирішенню фундаментальних теоретичних й експериментальних завдань певної галузі науки.

Усі напрями наукових досліджень у галузі фізичної культури і спорту, передбачені паспортами відповідних наукових спеціальностей, затверджені **ВАК України**.

- а) 24.00.01 – «Олімпійський і професійний спорт»;
- б) 24.00.02 – «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення»;
- в) 24.00.03 – «Фізична реабілітація».

Паспорти спеціальностей доцільно аналізувати не тільки науковому керівникові, а й виконавцю (пошукувачу), що допоможе зорієнтуватися у проблемах, обрати тему дослідження. При цьому, обравши тему, пошукувач має ще раз усвідомити сутність ідеї наукового дослідження, його актуальність і новизну, теоретичну та практичне значення.

Комплексна програма дослідження об'єднує декілька проблем.

Під **проблемою** розуміють складне утворення, яке охоплює значну частину дослідження певної галузі.

«Наукова проблема» – це складне теоретичне або практичне питання, яке вимагає вивчення і вирішення, яку можна розглядати:

- 1) як питання (завдання), що вирішується наукою;
- 2) як акцентування уваги на окремій позиції;
- 3) як конкретну цільову установку;
- 4) як спеціально сформовану ідею.

Вирішення наукових проблем є основним способом здобуття знань, а отже, і розвитку пізнавальної діяльності. Іншими словами, порушуючи проблему, дослідник відповідає на питання: «Що потрібно вивчити з того, що раніше не було вивчене?». Як уже зазначалося, відповідаючи на це питання дослідник керується потребами практики і прагне поліпшити її. Але практична необхідність ще не є науковою проблемою. Вона лише стимулює пошук наукових засобів вирішення завдань практики.

Вирішити практичне завдання засобами науки означає отримати знання, які складають основу практичної діяльності. Ця ділянка невідомого в науковому знанні – «біла пляма на карті науки» – і є науковою проблемою. Для того, щоб її виявити і сформулювати, необхідні глибокі й широкі знання в конкретній і суміжних галузях. На цій основі можна «відшукати» наукову проблему, суть якої, можна визначити як – «знання про незнання».

Недоліки теорії фізичного виховання і спортивного тренування також виявляються й усвідомлюються залежно від конкретних проявів її практичної неефективності.

Проблеми, які необхідно вирішити, виявляються і під час розгляду суперечностей, що об'єктивно існують

в системі фізичного виховання. Серед них можна назвати:

– суперечність між об'єктивною потребою висококваліфікованих фахівців (учителів, тренерів, реабілітологів) і практикою їхньої підготовки, що реально виникла у ВНЗ України з використанням традиційних засобів, форм і методів навчання;

– суперечність між підвищеннями вимог до самостійної роботи студентів і недостатністю у них знань і вмінь з організації самостійної пізнавальної діяльності;

– суперечність між новими вимогами щодо гуманізації і демократизації процесу фізичного виховання та низьким рівнем готовності вчителів

Суперечність, яка формує проблему, не може знаходитись у різних площинах. Наприклад, педагогічна практика чи теорія має бути змістовною, відповідати єдиному предметові, явищу чи процесові, передбачати нові теоретичні побудови, формувати гіпотезу, її перевірку, підтвердження чи спростування. Під час такої перевірки повинні з'явитися нові знання, які розв'яжуть суперечність.

Отже, при визначенні суперечностей в теорії і практиці фізичної культури, фізичної реабілітації завжди йдеться про невідповідність між потребами і можливостями; новими вимогами і традиційною системою їх забезпечення; необхідністю і наявністю способів і засобів, що дозволяють реалізувати будь-що в нових умовах тощо.

Усі ці трактування наукової проблеми повинні враховуватися при її формулюванні та критичному аналізі, дотримуючись таких вимог:

– наукова проблема повинна розкривати суть конкретних реальних предметів або об'єктів;

– під час вирішення наукової проблеми дослідження деякі питання можуть отримати самостійне вирішення і розглядатися як її частини;

– наукова проблема повинна узгоджуватися з усіма компонентами структури наукового процесу пізнання;

– наукова проблема, що потребує вирішення, повинна мати способи та відповідні умови розв'язання.

Визначення наукових проблем, їх формулювання є найскладнішою частиною науково-дослідної роботи, яка вимагає творчого підходу, терпіння, навичок і сміливості.

Таким чином, наукова проблема є особливим видом вираження цільової установки і вихідним пунктом наукової діяльності. Розуміння цільової установки наукового дослідження вимагає осмислення проблеми, яку необхідно вирішити. Якщо дослідникові запропонована проблема, то він має її проаналізувати, уточнити або переосмислити та обґрунтувати.

Вирішальний вплив на постановку наукових проблем мають соціально-історичні завдання і проблемні ситуації, що виникають у процесі розвитку науки.

Усвідомлення проблеми дозволяє дослідникові визначити **тему, об'єкт і предмет дослідження**.

Структурними одиницями проблеми, як уже зазначалося, є окремі теми і питання.

Тема – це наукове завдання, що охоплює окреме наукове дослідження. Структурними одиницями теми є численні дослідницькі питання.

Під **науковими питаннями** розуміють дрібні наукові завдання конкретного наукового дослідження,

результати розв'язання яких мають, головним чином, практичне значення.

При розробці теми окреслюється конкретне завдання дослідження, наприклад, розробити ефективну технологію навчання; методику розвитку окремої фізичної якості; програму морального виховання у процесі занять фізичними вправами тощо.

Усвідомлення змісту ідеї дослідження дозволить чітко обмежити рамки дослідження і сформулювати назву. Занадто об'ємна тема не дозволяє вивчити явище у всіх його взаємозв'язках і призведе до нагромодження такого обсягу матеріалу, який неможливо всебічно опрацювати одній особі. У такому випадку дослідження буде поверхневим.

Щодо формулювання теми дослідження, то вона має чітко віддзеркалювати сенс дослідження, його проблему і бути лаконічною. Бажано при цьому показати рух від відомого до невідомого. Згідно вимог, назва наукової роботи повинна містити не більше 10–12 слів. При цьому вона повинна відображати об'єкт, предмет і мету дослідження. Лише при такому формулюванні, прочитавши назву роботи, можна зробити висновок про призначення дослідження, його зміст і мету.

Наприклад, у темі «Формування потреби самовдосконалення у підлітків» об'єктом виступає «процес самовдосконалення», а предметом – «потреба самовдосконалення», яка формується у навчально-виховному процесі.

Зауважимо, що в процесі дослідження і після його завершення можуть виникати нові більш вдалі редакції назви. До речі, оскільки у формулюванні теми відображається мета дослідження, то в процесі наукової

праці вона може редагуватися, не змінюючи змісту досліджень.

Під **об'єктом** філософи розуміють частину об'єктивної реальності, що на певному етапі розвитку стає предметом практичної й теоретичної діяльності людини.

Предметом пізнання вважають окремі аспекти та властивості об'єкта, що досліджуються з певною метою в конкретних умовах. Формування знань про об'єкт відкриває його нові сторони і властивості, які виступають предметами пізнання. Отже, об'єкт і предмет співвідносяться як загальне і окреме. Тому предмет дослідження, висвітлюючи певну частину, сторону або елемент об'єкта, дозволяє визначити межі наукового пошуку. Якщо, наприклад, об'єктом дослідження є «процес фізичного виховання учнів початкових класів», то предметом дослідження можуть бути:

- фізична підготовка учнів початкових класів;
- зміст фізичного виховання учнів початкових класів, форми занять;
- виховання потреби до самовдосконалення тощо.

Зауважимо, що об'єкт (коло об'єктивної реальності) визначається не безмежно широко, а так, щоб безпосередньо бути пов'язаним з предметом. Якщо б у нашому прикладі ми визначили об'єктом «процес фізичного виховання школярів», то віддалили б його від предмету дослідження.

Отже, визначення об'єкта дослідження не формальний, а суттєвий змістовний науковий акт, що забезпечує орієнтацію дослідника на виявлення місця і значення предмета дослідження, його функцій і цілісних орієнтирів. Не даремно говорять, що предмет

дослідження народжується із накопичених знань про «незнання».

Основними об'єктами педагогічних досліджень у фізичному вихованні є діяльність учителів, тренерів і вихователів, дітей, учнів, спортсменів, педагогічні стосунки (між суб'єктами навчання, тренування та виховання, особистістю і колективом, навчанням і самовдосконаленням, вихованням і самовихованням, тренуванням і самотренуванням), організація чи управління пізнавальною діяльністю дітей, навчально-виховним або тренувальним процесом.

Предметом дослідження можуть бути:

- мета навчання чи виховання; прогнозування, зміст, форми й методи організації педагогічного процесу;

- характеристики діяльності учня й учителя, спортсмена й тренера;

- суперечності в навчально-виховному й тренувальному процесах, шляхи його вдосконалення;

- характер педагогічних вимог, впливів;

- педагогічні умови навчання і виховання;

- особливості, тенденції розвитку навчально-виховних та навчально-тренувальних явищ і процесів, різні види педагогічних ситуацій у процесі фізичного виховання і спортивного тренування.

Іншими словами, визначаючи об'єкт, необхідно відповісти на питання, що розглядається в дослідженні, а предмет визначає аспект розгляду, дає уявлення, як досліджується об'єкт, які його нові відносини, властивості і функції вивчаються.

1.3. Актуальність дослідження

Усі компоненти наукового апарату педагогічного дослідження у фізичному вихованні, які розглянуті вище

й ті, що розглядатимуться далі, тісно взаємопов'язані і являють собою методологічні категорії. Вони ніби доповнюють і коректують один одного. Визначення проблеми і формулювання теми передбачає обґрунтування актуальності дослідження, тобто потреби в отриманні відповіді на питання: чому дану проблему необхідно вивчати?

Дослідження можна вважати актуальним в тому випадку, коли, по-перше, тема відповідає потребі практики і, по-друге, заповнює прогалини в теорії. Критерій актуальності динамічний, оскільки залежить від конкретних і специфічних обставин. Найпереконливішою підставою, яка визначає актуальність дослідження, є соціальне замовлення, що віддзеркалює найгостріші суспільно вагомні проблеми, які вимагають негайного вирішення.

Будь-яке педагогічне дослідження починається з теоретичного аналізу досліджуваної проблеми та вивчення педагогічної практики і виявлення недоліків існуючої методики навчання чи викладання тощо, що дозволяє обґрунтувати актуальність дослідження.

Аналіз педагогічної практики не можна зводити, як часто буває, до простого звинувачення педагогічних працівників мовляв, що вони не здійснюють того, що вважає важливим дослідник, або роблять не так, як на його думку правильно. Не можна також аналіз замінити констатацією низького рівня знань, умінь, розвитку, підготовленості чи вихованості (учнів, студентів чи спортсменів) або незадовільного керування навчально-виховним процесом. Актуальність вказує на необхідність, своєчасність розв'язання проблеми та причини її виникнення для подальшого розвитку теорії і

практики навчання, виховання, спортивного тренування чи фізичної реабілітації.

При обґрунтуванні актуальності потрібно спиратися на **суперечності**, які виникли між потребами суспільства і реальною практикою. Певну групу суперечностей складають суперечності між внутрішніми і зовнішніми чинниками. Найважливішими з них є: суперечності між вимогами особи і її готовністю до виконання цих вимог; між новими вимогами і традиційними поглядами та поведінкою; між зовнішніми вимогами і вимогами особи до себе; між рівнем підготовки особи і можливостями застосування своїх знань, умінь і навичок у практичній діяльності.

Обґрунтовуючи актуальність науково-методичних та науково-дослідних робіт, до уваги беруть, насамперед, практичну потребу в опрацюванні теми, ступінь розв'язання цього питання в педагогічній практиці, а за потреби й прогнозований соціально-економічний ефект від впровадження одержаних результатів.

Обґрунтування актуальності свідчить про рівень професійної підготовки та наукової кваліфікації дослідника, його вміння обрати тему, розуміти її зміст з позиції своєчасності та соціального значення.

Виклад актуальності не повинен бути багатослівним, її можна подати кількома реченнями, які висловлять зміст проблеми або наукового завдання, з яких випливає актуальність дослідження. Дослідник має розуміти, що проблема завжди виникає тоді, коли старе знання вичерпало себе і стало неефективним, а нове ще не розвинулося, що створює суперечливу ситуацію, яку треба розв'язати.

Завершуючи виклад актуальності дослідження, варто зробити висновки про те, що незважаючи на наявні

праці, наукові знання з порушеного питання є недостатніми, застарілими або відсутніми, що суперечить потребам галузі, суспільства, окремої особи у фізичному вихованні чи спортивному тренуванні.

Таким чином, дослідження є актуальним, якщо воно:

- 1) має значення для розвитку суспільства;
- 2) служить розвитку теорії й удосконаленню практики фізичного виховання чи спортивного тренування;
- 3) порушує недосліджену або недостатньо досліджену проблему;
- 4) актуальне і для його реалізації створені відповідні умови.

Правильне визначення та зрозуміле формулювання проблеми має здебільшого не менше значення, ніж її розв'язання. Саме вибір проблеми суттєво позначається на виборі стратегії дослідження загалом та напряму наукового пошуку зокрема.

1.4. Гіпотеза дослідження

Серцевиною теоретичної концепції розв'язання виявлених суперечностей є гіпотеза дослідження, яку визначають як передбачення, висловлюючи яке на основі певних фактів робиться висновок про існування об'єкта, зв'язку або причини явища. При цьому, що дуже важливо, цей висновок не можна вважати абсолютно доведеним. Отже, **гіпотеза** дослідження – це науково обґрунтоване передбачення ходу і результатів дослідження. Наукова гіпотеза завжди потрібна в тих випадках, коли дослідження опирається на формувальний експеримент. У дослідженнях з історії фізичної культури та під час вивчення педагогічного досвіду гіпотеза не потрібна, оскільки ці дослідження

опираються на констатувальний експеримент, а також на логіку й мету дослідження.

Дослідник може сформулювати і кілька гіпотез, одна з яких підтвердиться в педагогічному експерименті, а інші – ні, або можуть бути відхилені всі гіпотези, чи підтверджені дві, що буде свідчити про те, що поставлена мета з однаковою ефективністю може досягатися різними способами. Зрештою, і негативні результати можуть бути дуже корисними для розвитку педагогічної науки.

Якщо гіпотеза має конструктивний характер, а дослідження проведене коректно і дані є вірогідними, то негативні результати зможуть мати особливе значення для перегляду застарілих педагогічних положень і уявлень.

Водночас, у педагогічних дослідженнях дуже рідко аналізуються отримані негативні результати, хоча важко уявити, що всі поставлені завдання були успішно розв'язані.

Важко переоцінити значення гіпотези, оскільки вона допомагає знайти спосіб впровадження теорії в практику, сприяє появі нових наукових фактів та ідей, формує предмет дослідження, дозволяє не захоплюватися дотичними явищами, формує наукову стежину по якій легко йти досліднику.

Джерелами розробки гіпотези є не лише педагогічний досвід та аналіз існуючих наукових фактів, й здоровий глузд та інтуїція дослідника. Структура гіпотези може мати дві або три частини.

Якщо гіпотеза складається з двох частин, то твердження і передбачення об'єднуються у формі гіпотетичного твердження – «це повинно бути так і так, оскільки існують такі причини...»

Якщо гіпотеза складається з трьох частин, то вона містить:

- а) твердження;
- б) передбачення;
- в) наукове обґрунтування.

Наприклад: «процес фізичного виховання першокласників буде таким.... якщо зробити так і так...., тому що існують такі педагогічні закономірності: по-перше...; по-друге...; по-третє...».

До формулювання гіпотези висуваються такі **методологічні вимоги**:

1. Логічної простоти. У змісті формулювання не повинно бути зайвих слів. Її завдання – пояснити якомога більше фактів, якомога меншою кількістю передумов. Наприклад, зайвим завжди є попередній вступ перед формулюванням гіпотези: «У результаті констатувального експерименту зроблено передбачення, що...» або: «У результаті попереднього вивчення порушеної проблеми та аналізу предмету дослідження висунута гіпотеза...» тощо.

2. Логічної однозначності. По-перше, гіпотеза має бути системою суджень, в якій жодне з них не заперечує іншого; по-друге, вона не суперечить наявним достовірним фактам; по-третє, відповідає ustalеним в науці фактам. Водночас, останню вимогу не варто абсолютизувати, інакше вона може стати гальмом для розвитку науки.

3. Вірогідності. Основне передбачення гіпотези повинно мати можливість її реалізації.

4. Широти застосування. Із запропонованої гіпотези можна робити висновки не тільки на прикладі випадку, для розв'язання якого вона висувається, але й для інших випадків.

5. Верифікації. Це означає, що будь-яка гіпотеза може бути перевірена. У педагогічній науці критерієм істини є педагогічна практика.

Гіпотеза не повинна бути банальною, її не можна будувати на доведенні очевидних істин. Чи варто, наприклад, перевіряти гіпотези, згідно з якими «збільшення кількості уроків (повторень) сприятиме формуванню рухових навичок учнів», «використання ігор на уроках позитивно позначиться на ставленні учнів до фізичного виховання» тощо. Гіпотеза завжди передбачає пошук чогось невідомого в науці і практиці. Зазвичай, гіпотеза передбачає, який засіб розв'язання педагогічного завдання є ефективним; які умови є провідними і які коригуючими; які форми й методи навчання й виховання найкраще використовувати для розв'язання цього завдання, а які – для іншого, тощо. Гіпотеза передбачає оптимальний варіант з кількох можливих. Проте вона може змінюватись у процесі дослідження, оскільки, як пропозиція, має більш вірогідний (ймовірнісний) характер.

Гіпотеза педагогічного дослідження має формулюватися так, щоб її можна було експериментально перевірити. Не можна досліджувати перебіг певного педагогічного явища залежно від одночасної дії багатьох чинників. Наприклад, не можна досліджувати залежність ефективності розвитку певних фізичних чи особистісних якостей учня, змінюючи одночасно зміст навчання чи виховання, організаційні форми занять, методи й прийоми навчання та виховання. Адже за таких умов не можна з'ясувати, що саме вплинуло на ефективність навчально-виховного процесу.

Сформувавши гіпотезу, дослідник нерідко потрапляє у залежність від неї. Тоді його думки обмежуються

привабливими передбаченнями, що заважає перебудувати хід дослідження, якщо цього вимагають обставини. Разом з тим, надмірна віра в свою гіпотезу примушує і на одержаний результат дивитись через її призму. Отже, будь-яку гіпотезу доцільно розглядати лише як канву, відправну точку дослідження.

За логікою дослідження подальші дії дослідника полягають у перевірці гіпотези, які впливають з самої суті гіпотези, як припущення.

Зауважимо, що ВАК України не вимагає викладу гіпотези дослідження в дисертації та авторефераті («Довідник здобувача наукового ступеня». Редакція «Бюлетень ВАК України», Київ–2013), але це зовсім не означає, що гіпотезу не треба формулювати. Без неї неможливо визначити задум дослідника, його теоретичні та методичні ідеї.

1.5. Мета і завдання дослідження

Найважливішою характеристикою будь-якої діяльності людини є її цілеспрямованість. Перш ніж досягнути будь-чого, людина формує образ бажаного майбутнього. Це стосується і дослідницької діяльності. Тому не випадково справжня дослідницька діяльність вченого не тільки внутрішньо мотивована, й цілеспрямована, оскільки має чітко визначену мету та завдання.

У меті і завданнях конкретизується предмет дослідження. Мета характеризує глибину проникнення в об'єктивну дійсність. При її формулюванні дослідник повинен визначити бажаний результат своєї роботи, її кінцевий результат.

У меті формулюється задум дослідження, тому її визначення допоможе досліднику повністю визначитися з темою роботи і її формулюванням.

Реалізується мета шляхом розв'язання певних, конкретних завдань, які в сукупності повинні відповісти на питання: що треба зробити для досягнення мети, а отже жодне з них не повинно її дублювати.

Як приклад подаємо науковий апарат дисертаційних робіт, які показують усі напрями досліджень у галузі фізичного виховання і спорту.

1. Тема: «Технологія навчання гри в баскетбол учнів загальноосвітньої школи»

Об'єкт дослідження – засоби фізичного виховання школярів.

Предмет дослідження – баскетбол як засіб фізичного виховання школярів та технологія його навчання.

Мета дослідження – розробити науково обґрунтовану технологію концентрованого навчання учнів грати в баскетбол та експериментально перевірити її ефективність.

Завдання дослідження:

1. Теоретично обґрунтувати технологію концентрованого навчання учнів гри в баскетбол.

2. Визначити найсприятливіший вік початку занять баскетболом учнів загальноосвітньої школи.

3. Розробити технологічні схеми формування мікро- та макротехнологій навчання прийомів гри, ігрової практики й тактичної підготовки.

4. Розробити систему оцінювання рівня володіння учнями прийомами гри та грою в баскетбол у цілому.

2. Тема: «Розвиток координаційних здібностей стрибунів у висоту на етапах початкової та попередньої базової підготовки».

Об'єкт дослідження – фізична підготовка юних стрибунів у висоту.

Предмет дослідження – координаційні здібності юних стрибунів у висоту.

Мета дослідження – розробити науково обгрунтовану програму розвитку координаційних здібностей стрибунів у висоту на етапах початкової і попередньої базової підготовки та експериментально перевірити її ефективність.

Відповідно до мети і дослідження визначено такі **завдання:**

1. Вивчити координаційні можливості стрибунів у висоту залежно від їхньої статі, віку, спортивної кваліфікації, тренувального стажу та етапу спортивної підготовки.

2. Виявити структуру координаційних здібностей стрибунів у висоту.

3. Визначити педагогічні умови розвитку координаційних здібностей юних стрибунів у висоту.

4. Розробити методику розвитку координаційних здібностей юних стрибунів у висоту та перевірити її ефективність.

3. Тема: «Дитячий травматизм: профілактика та реабілітація засобами фізичного виховання».

Об'єкт дослідження – дитячий травматизм у процесі життєдіяльності та занять фізичними вправами.

Предмет дослідження – передумови виникнення травм у дітей 10–12 років, їх профілактика та індивідуальні програми фізичної реабілітації засобами фізичного виховання.

Мета дослідження – виявити чинники виникнення травм у дітей та розробити технологічну схему індивідуальних програм фізичної реабілітації.

Для проведення дослідження було визначено такі **завдання**:

1. Проаналізувати стан дитячого травматизму в Україні, західному регіоні України і Тернопільській області. Виявити причини, частоту, характер і локалізацію травм у дітей шкільного віку.

2. Оцінити морфофункціональні показники травмованих і не травмованих дітей та виявити властивості їхньої центральної нервової системи і психологічні особливості.

3. Розробити спосіб вивчення адаптаційної здатності людини до ймовірної дії екстремального чинника, що може використовуватися як засіб прогнозування ризику травмування.

4. Визначити педагогічні принципи та умови формування й реалізації індивідуальних програм фізичної реабілітації дітей на прикладі переломів кісток нижньої третини передпліччя та експериментально перевірити їх ефективність.

Формулюючи мету, слід уникати таких слів, як: «дослідження», «вивчення», «аналіз» тощо, які вказують на засіб чи спосіб досягнення мети, а не на саму мету.

Завдання можуть включати такі позиції:

– теоретичне обґрунтування проблеми, характеристику понять;

– аналіз практики розв'язання даної проблеми, виявлення її стану, типових недоліків, їх причин тощо;

– обґрунтування, створення, розробку необхідної системи заходів для вирішення порушеної проблеми;

- експериментальну перевірку запропонованої системи заходів розв’язання проблеми з точки зору її відповідності критеріям оптимальності;
- розробку методичних рекомендацій.

1.6. Наукова новизна дослідження

Завершивши дослідження, його виконавець повинен чітко і конкретно визначити і описати, яке нове педагогічне знання він одержав, або іншими словами – визначити наукову новизну виконаної роботи. Проте міркування щодо новизни мають вагоме значення уже на стадії визначення предмета дослідження та під час формування гіпотези, оскільки саме тоді висувається й обговорюється головна ідея дослідження, і якщо вона виразно не окреслюється, то й дослідження втрачає науковий сенс. При цьому ідея повинна бути не лише новою, й прогресивною, оскільки не все нове має ознаку прогресивного, не все старе є консервативним. Наукова новизна будь-якого положення – це його характеристика, яка дає підстави під час опису результатів дослідження використати термін «уперше», що свідчить про брак подібних результатів у даній галузі науки або їх відсутність.

До наукової новизни не можна зарахувати нових прикладних (практичних) результатів, отриманих у вигляді способів, пристроїв, схем тощо.

Для досліджень у галузі фізичної культури і спорту наукова новизна виявляється у наявності вперше сформульованих і обґрунтованих теоретичних положень та методичних рекомендацій, які при впровадженні в практику можуть суттєво вплинути на досягнення достовірно значного поліпшення фізичного розвитку і

підготовленості, оздоровчого ефекту, спортивних результатів та виховання молоді.

Отже, науково новими можуть бути ті положення і висновки дослідження, які сприяють подальшому розвитку даної галузі науки і практики.

Новизна історичних досліджень полягає, по-перше, у запровадженні до наукового обігу джерел, які досі не використовувалися; по-друге, у з'ясуванні генези розвитку фізичної культури і спорту, чи знань цієї галузі на основі вивчення першоджерел, які були введені в науковий обіг; по-третє, у виявленні і розкритті закономірностей та шляхів розвитку даної галузі знань.

Часто, досліджуючи розвиток та становлення фізичної культури, фізичного виховання в різні історичні періоди, організаційно-управлінські аспекти фізичної культури, фізичного виховання, історію розвитку спорту, міжнародний спортивний рух, педагогічні погляди певного видатного діяча, – виконавці вбачають наукову новизну своїх досліджень у тому, що ними **уперше** вивчалася та чи інша проблема. Цим самим наукова новизна змінюється суто інформативною. Вивчення будь-якої проблеми не означає, що в його ході буде одержано нове наукове знання.

Неправомірно наукову новизну пов'язувати з теоретичним значенням результатів дослідження, об'єднувати їх в одну позицію при формуванні наукового апарату роботи. Такі автори, відповідаючи на питання членів комісії і вчених рад, найчастіше не здатні виокремити ці положення, виявляючи при цьому безпорадність і наукову некомпетентність.

У багатьох публікаціях новизна подається у вигляді анотації зробленого, з якої важко зрозуміти, що ж

конкретно дослідив автор і яких принципово нових висновків дійшов.

На думку С. У. Гончаренка, наукову новизну мають і нові теоретичні положення, і раніше не відомі та не зафіксовані в педагогічній науці і практиці практичні рекомендації. Отже, можна виокремлювати теоретичну і практичну новизну. Теоретичними можуть бути концепції, виявлені закономірності навчального, навчально-тренувального, реабілітаційного і виховного процесів, обґрунтований понятійний апарат тощо.

Практичну новизну може мати нова обґрунтована дидактична чи методична система, правило, пропозиція, рекомендація, засіб, метод, форма тощо.

При формулюванні наукової новизни автор має розкрити зміст концепції, методу чи методики, педагогічних умов, виявлених закономірностей, дидактичних моделей тощо, процесу фізичного виховання чи спортивного тренування, розробка яких передбачена метою і завданнями дослідження. При цьому треба розкривати сукупність елементів цієї концепції, дидактичної моделі, системи тощо.

Недопустимо висувати як наукову новизну очевидні для науки і практики положення, сформульовані за допомогою модного понятійно-термінологічного оформлення на кшталт «глобальний», «альтернативний» тощо.

Наукова новизна дослідження тісно пов'язана з його метою і завданнями, але при її формулюванні недопустиме їх механічне повторення.

Крім головної ідеї дослідження, реалізація якої щодо новизни певних положень дає підстави вживати вираз «уперше», можуть бути й інші формулювання новизни, а саме: «вдосконалено»..., «одержало подальший

розвиток»..., «уточнено»..., «розширено» ... відомі теоретичні і практичні положення навчально-тренувального та виховного процесів. Такі визначення наукової новизни є результатом порівняння даних, отриманих автором дослідження і вже відомих в науці положень.

Іноді на одну тему виконуються дослідження в різних наукових колективах та регіонах країни і бояться цього не потрібно. Досвід показує, що різні дослідники, не пов'язані між собою, не можуть однаково розв'язувати одну і ту ж проблему. Принципи вирішення проблеми, її теоретичне обґрунтування, концепція і методика дослідження, а отже, і його результати, зазвичай, будуть відрізнятися. Буде відрізнятися і наукова новизна.

1.7. Практичне значення дослідження

Мрією кожного автора дослідження є впровадження результатів його роботи у практику фізичного виховання та спортивного тренування.

Реалізація положень наукової роботи в навчально-тренувальному, реабілітаційному та виховному процесі, в підготовці реабілітологів, педагогів і тренерів, підвищенні їхньої кваліфікації приносить досліднику моральне задоволення та популярність серед широкого загалу фахівців. Це спонукає дослідників уже перед початком дослідження і в процесі його проведення визначити практичне значення своєї роботи і шляхи його впровадження у практику, в організацію навчально-тренувального та виховного процесів, методику навчання, тренування та виховання. Для цього треба встановити: як нові знання, одержані в дослідженні, вплинуть на розвиток галузі і яких змін можна очікувати

у результаті їх використання практиками, вчителями, тренерами, викладачами вузів, інструкторами та організаторами фізкультурно-спортивного руху.

Визначаючи значення результатів проведеного дослідження, його окремих положень і висновків для практики, дослідник повинен вказати, які конкретні недоліки практичної діяльності вчителів, тренерів, реабілітологів можна виправити за допомогою отриманих ним в дослідженні результатів. Говорити лише про те, де можна використати результати дослідження і для вирішення яких практичних завдань, недостатньо, оскільки це не дає інформації щодо застосування даних саме цієї наукової праці.

До практичних результатів дослідження належать нові технології, методики, програми, підручники, методичні посібники, методичні рекомендації й розробки в галузі навчання, тренування, виховання, організації й управління процесом фізичного виховання та спортивного тренування.

Характеризуючи практичне значення роботи при оформленні наукових праць, доцільно також подати інформацію про впровадження результатів дослідження із зазначенням назв тих організацій, в яких воно здійснене, форми запровадження та реквізити відповідних підтверджуючих документів (актів впровадження чи відповідних довідок).

Дуже важливо також подати відомості про можливе використання результатів дослідження при підготовці фахівців фізичного виховання та спорту, навчальних програм, навчально-методичної та наукової літератури, при розробці державних і регіональних програм розвитку фізичної культури і спорту, підготовці нових нормативних і методичних документів.

Результати досліджень, які науково обґрунтовують нові й розвивають чинні системи, методи і засоби фізичного виховання і спортивної підготовки, легко впроваджувати в практику оскільки змістовні практичні рекомендації з розумінням і зацікавленістю сприймають учителі, тренери, інструктори та представники органів управління галузі.

Результати, отримані автором, можуть лягти в основу і бути використані при складанні навчальних програм, методичних посібників, підручників іншими особами; при підготовці й підвищенні кваліфікації фахівців.

Велике практичне значення мають запропоновані автором навчальні і контролюючі пристрої, прилади й моделі, аудіовізуальні засоби, демонстраційна апаратура.

Формуючи практичне значення роботи, після її завершення важливо вказати, яким способом вона впроваджується в практику: безпосереднім, коли адресується навчально-освітнім закладам, ДЮСШ, оздоровчим закладам, вчителям, тренерам, вихователям для використання у відповідних умовах; опосередкованим, коли результати одержані автором у дослідженні долучаються теорії фізичного виховання або спортивного тренування і як складова цієї теорії впливають на практику.

Теоретичне значення роботи визначається впливом результатів дослідження на чинні в теорії і методиці фізичного виховання і спорту та в педагогіці концепції, ідеї, теоретичні положення.

Завершуючи дослідження, автор робить **висновки**, які впливають з його результатів.

Висновки – це короткі лаконічні судження, в процесі формування яких автор викладає найважливіші наукові

та практичні результати, одержані в дослідженні, які передають суть розв'язаної наукової проблеми або завдання, її значення для науки і практики, рекомендації щодо наукового та практичного використання отриманих результатів.

Перший висновок завжди присвячують оцінці стану розв'язання порушеної автором проблеми в теорії і практиці фізичного виховання, виклавши результати літературного огляду та констатувального експерименту, обґрунтовуючи таким чином необхідність власного дослідження. В окремих випадках результатам констатувального експерименту присвячується окремий висновок або кілька висновків.

Наступні висновки присвячуються результатам формульовального експерименту.

Представляючи результати формульовального експерименту, їх практичний аналіз, та порівнюючи свої результати з відомими в теорії і практиці способами розв'язання піднятої проблеми, потрібно спиратися на якісні й кількісні показники отриманих результатів.

Висновки дослідження тісно пов'язані з його метою, завданнями та новизною. Всі ці позиції наукового апарату повинні бути представлені у висновках.

Зробивши висновки, автор повинен оцінити рівень розв'язання порушеної ним проблеми (завдання) і, що дуже важливо, накреслити шляхи подальших досліджень, які повинні бути проведені для повного вирішення поставлених завдань.

1.8. Апробація результатів дослідження

Велике значення для дослідника та науковців і практиків галузі має своєчасна **апробація** результатів дослідження, яка дозволяє першому перевірити

правильність зроблених висновків і рекомендацій, а іншим – ознайомитися з проблемами, що розробляються колегами, і критично оцінити їх.

Слово «апробація» – латинського походження і дослівно означає «схвалення, ствердження, визнання якості». У сучасному розумінні – це встановлення істини, компетентна оцінка й конструктивна критика методики і результатів роботи.

Апробація відбувається шляхом публікації матеріалів, їх письмового й усного оприлюднення на наукових з'їздах, конгресах, симпозіумах, нарадах, семінарах.

Безпосередній контакт з масовою аудиторією дозволяє дослідникові побачити реакцію слухачів, перевірити й уточнити представлені положення і висновки наукового дослідження.

Апробація дозволяє осмислити поставлені питання, позитивні й негативні оцінки, заперечення і поради. Це стимулює доопрацювання, глибші й більш аргументовані обґрунтування, або навіть перегляд деяких положень дослідження і способів доведення, допомагає або переконатися в істинності положень, або скоректувати чи переглянути їх.

Позитивні відгуки, якщо вони не компліментарні, приносять задоволення, додають упевненості, допомагають розкрити перспективи подальших наукових пошуків. Критичні зауваження – неприємні, але не менш важливі і корисні.

Дуже корисні питання, які задаються в процесі апробації. Питання можуть бути **уточнюючі**, неповним або неправильним розумінням викладеного. Вони спонукають до уточнення, пошуку чіткіших формулювань, доопрацювання стилю, тобто

допомагають досліднику викласти матеріали конкретніше і переконливіше. **Доповнюючі** питання виявляють попит на додаткову інформацію про джерела і перспективи розвитку, факти, причини, наслідки тощо. Вони стимулюють дослідника запроваджувати в обіг нові факти, давати допоміжні оцінки і прогнози. **Коригуючі** питання спонукають до уточнення, посилення аргументації, усунення неоднозначних трактувань. **Проблемні** питання розкривають проблеми, націлюють на глибші інтерпретації, виводять на нові проблеми і завдання.

Врешті-решт, корисними є всі питання, зауваження і поради, тому їх необхідно добре проаналізувати, але реалізувати варто лише ті, які допоможуть поглибити дослідження, підвищити його коректність і доказовість, які не суперечать прийнятій дослідником концепції.

При цьому з публікаціями матеріалів дослідження та їх обговоренням зволікати не варто, оскільки вони допомагають своєчасно коригувати хід дослідження, враховуючи думки, висловлені колегами й авторитетними фахівцями. Перші публікації автора можуть присвячуватись результатам аналізу науково-педагогічної літератури з проблеми, обраної як предмет дослідження, й обґрунтуванню актуальності його проведення. При цьому треба прагнути публікувати матеріали в авторитетних виданнях, визнаних ВАК України фаховими.

Важливо публікувати матеріали дослідження у різних регіонах України, щоб вони були доступні якнайширшій аудиторії фахівців та, в зв'язку з європейською інтеграцією України, в зарубіжних виданнях.

Контрольні питання і завдання для самостійної роботи

1. Що Ви розумієте під поняттям «педагогічне дослідження», «педагогічний досвід», «наукова проблема», «наукова гіпотеза».

2. Що дослідник повинен передбачити, перш ніж обрати тему для дослідження?

3. Якими критеріями визначається науковість, актуальність, новизна та практичне значення дослідження?

4. Де і яким чином може відбутися апробація результатів наукового дослідження?

5. Знайдіть у науково-методичній та довідниковій літературі визначення словосполучення (поняття) «педагогічне дослідження» і укладіть порівняльну таблицю для різних авторів і видань.

6. Сформулюйте назву наукового дослідження з проблеми «Розвиток фізичних якостей студентів» методичного, науково-методичного, науково-дослідного змісту.

7. Визначте предмет і об'єкт дослідження для теми «Розвиток сили в школярів (дівчат) старшого віку».

8. Окресліть сучасні, на Ваш погляд, проблеми фізичного виховання дітей дошкільного віку, які потребують наукового аналізу.

Розділ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методологія дослідження

Останнім часом автори наукових досліджень при формуванні наукового апарату не уявляють їхньої методологічної основи. Тому вони відчувають труднощі та невпевненість при спробі відповісти на запитання стосовно цієї проблеми.

Це пояснюється декількома причинами:

- по-перше, вимогами до наукових статей;
- по-друге, цього не вимагає ВАК України при науковій атестації;
- по-третє, найголовніше, молоді вчені не розуміють самого поняття «методологія».

Термін «методологія» грецького походження, у дослівному перекладі дослівно означає «вчення про метод». Філософія визначає методологію як науку про найбільш загальні принципи пізнання і перетворення об'єктивної дійсності, шляхи і способи цього процесу. Вона займається проблемами визначення і вибору шляхів і засобів наукового дослідження як творчого процесу.

Сьогодні суттєво підвищилася роль і значення методології у визначенні перспектив розвитку педагогічної науки загалом і фізкультурно-спортивної зокрема. Це пояснюється тим, що:

а) у дослідженнях з фізичного виховання, спорту, фізичної реабілітації спостерігається тенденція до інтеграції знань, комплексного аналізу процесів розвитку, фізичної і спортивної підготовки, раціональної рухової діяльності на основі знань з педагогіки,

психології, анатомії, фізіології, інформатики, математики тощо. Останнім часом, щораз більш умовними стають межі між педагогікою і генетикою, економічним аналізом соціальних проблем і психолого-педагогічним дослідженням особистості, педагогікою і фізіологією. При цьому важливу роль в об'єднанні зусиль різних сфер науки відіграє педагогіка;

б) в педагогічні науки активно проникають математико-статистичні методи, і щоб не допустити абсолютизації цифрового аналізу дослідження на шкоду якісному аналізу, методологія не дає досліднику заплутатися в безкінечних кореляціях, дозволяє вибрати для якісного аналізу найсуттєвіші статистичні залежності й зробити правильні висновки.

Методологія – наука, яка характеризує компоненти наукового дослідження, його об'єкта предмета, завдань, сукупності дослідницьких методів і способів їх використання, а також формує розуміння послідовності дій дослідника в процесі досягнення ним мети.

Методологія педагогічних досліджень у фізичному вихованні та спорті, крім іншого, виконує такі **функції**:

– формує теорію фізичного виховання і спорту та суть педагогічної діяльності в цій галузі;

– визначає способи отримання наукових знань, які віддзеркалюють динамічну педагогічну дійсність;

– визначає шлях досягнення мети у конкретному дослідженні;

– забезпечує різнобічність отримання інформації про процес або явище, яке вивчається;

– уточнює, розширює та систематизує терміни і поняття в педагогічній науці.

Основними завданнями методології в педагогічних дослідженнях з фізичного виховання та спорту є:

– визначення мети дослідження, враховуючи рівень розвитку науки, потреби практики, соціальну актуальність і реальні можливості наукового колективу або окремого автора;

– вивчення усіх процесів і явищ з позицій внутрішньої і зовнішньої зумовленості, розвитку і саморозвитку. При такому підході, наприклад, **виховання** – це явище, що розвивається, воно обумовлене розвитком суспільства, школи, сім'ї та віковими й індивідуальними особливостями дитини; **дитина** – це система, що розвивається, вона здатна до самопізнання і саморозвитку відповідно до зовнішніх впливів і внутрішніх потреб; **педагог** – це фахівець, який постійно вдосконалюється і діє відповідно до мети педагогічного процесу;

– дослідження освітніх, виховних, тренувальних і оздоровчих проблем з позицій різних наук про людину: соціології, психології, антропології, фізіології, генетики тощо і створення на цій основі ефективних педагогічних систем;

– орієнтація на системний підхід у дослідженні (структура, взаємозв'язки елементів і явищ, їх підпорядкованість, чинники й умови);

– виявлення і розв'язання суперечностей у процесі навчання, тренування, оздоровлення і виховання;

– зв'язок теорії і практики, розробка ідей та їх реалізація, орієнтація педагогів на нові наукові концепції, нове педагогічне мислення.

Підсумовуючи викладене, наведемо визначення методології педагогіки відомого в цій галузі науки фахівця В. В. Краєвського: «Методологія педагогіки – це

система знань про структуру педагогічної теорії, про принципи підходу і способи отримання знань, які віддзеркалюють педагогічну дійсність, а також система діяльності з одержання таких знань і обґрунтування програм, логіки, методів і оцінки якості дослідницької роботи».

Методологія як галузь наукового пізнання виступає в двох аспектах: як система знань (методологічні дослідження) і як система науково-дослідницької діяльності (методологічне забезпечення досліджень).

Завдання методологічного виду досліджень – виявляти закономірності і тенденції розвитку педагогічної науки в її зв'язку з практикою, принципи підвищення якості педагогічних досліджень, аналізувати їх понятійний апарат і методи. Завдання методологічного забезпечення полягає у використанні чинних методологічних знань для обґрунтування програми дослідження і оцінки його якості.

У структурі методологічного знання розрізняють чотири рівні: філософський, загальнонауковий, конкретно науковий і технологічний.

Перший – **найвищий філософський рівень методології** – містить загальні принципи навчання і категорійний апарат науки. Методологічні функції виконує вся система філософського знання.

Другий рівень – **загальнонауковий** показує теоретичні концепції, що застосовуються у всіх або у більшості наукових дисциплін.

Третій рівень – **конкретно-науковий** відображає сукупність принципів і методів дослідження та процедур, що застосовуються у певній галузі науки.

Четвертий рівень – **технологічний** характеризує методику і технологію дослідження, тобто, сукупність

процедур, які забезпечують одержання достовірного емпіричного матеріалу і його опрацювання.

Усі рівні методології педагогіки утворюють складну систему з певними підпорядкуваннями. При цьому філософський рівень є змістовою основою будь-якого методологічного знання і визначає світоглядні підходи до процесу пізнання і перетворення дійсності.

Головна функція методології – вивчення тих засобів, шляхів і методів дослідження, за допомогою яких набуваються нові знання. Відтак зрозуміло, що поняття «методологія» значно ширше за поняття «метод». Методологія забезпечує адекватний вибір застосування засобів і методів пізнання в конкретних наукових дослідженнях.

Якщо говорити про взаємозв'язок між методологією і методами пізнання, то можна сказати, що методологія – це генеральний шлях, логіка пізнання, а методи визначають, як рухатися цим шляхом.

Невизначеність, а то й втрата методологічних орієнтирів, у педагогічних дослідженнях з фізичного виховання призвела до зниження інтересу з фундаментально-теоретичних досліджень, що зумовлює сприйняття теорії і методики фізичного виховання як описової науки. Останнім часом стало модним захоплення емпіричними дослідженнями без належного методологічного обґрунтування, за якими не простежується ідеї та методологічного стрижня.

Враховуючи викладене, можна зробити висновок, що незалежно від будь-яких обставин дослідник має чітко визначити методологічні основи свого дослідження, інакше не буде бачити стратегії дослідження, його логіки і в процесі роботи, зустрічаючись з

непередбаченими проблемами і труднощами, буде марно витратити час і зусилля.

Методологічну основу складають принципи наукового пізнання, концептуальні положення філософії, педагогічної психології, теорії та методики фізичного виховання й спортивного тренування про формування і розвиток особистості, їх гуманістичну суть, пріоритет збереження і зміцнення здоров'я.

2.2. Методологічні принципи наукового дослідження

Головними методологічними принципами педагогічних досліджень є:

– **принцип єдності теорії і практики**, який визначає практику як критерій істинності певного теоретичного положення. Теорія, яка не базується на практиці, – безрезультативна. Вона утворює підґрунтя для практики, де перевіряються теоретичні положення та закономірності. З іншого боку, практика, не керована науковою теорією, страждає стихійністю, відсутністю цілеспрямованості, малою ефективністю. Без глибокого і всебічного наукового аналізу практики навчально-виховного процесу неможливо спланувати ефективні шляхи вдосконалення освітнього процесу у будь-якому освітньому закладі, сприяти розв'язанню навчальних, тренувальних і виховних завдань, формуванню всебічно розвиненої особистості;

– **принцип конкретно-історичного підходу до досліджуваної проблеми**. Досвід переконує, що не можна досліджувати будь-яку проблему фізичного виховання, спорту, здоров'я або підготовки фахівців для галузі, дотримуючись усталених шаблонів і не намагаючись творчо удосконалити їх.

У процесі дослідження варто шукати пояснення нових фактів, явищ, доповнювати й уточнювати існуючі погляди, бути сміливим, висловлювати передбачення, які повинні бути науково обґрунтованими.

Дотримуючись цього принципу, дослідник має оцінювати чинні педагогічні явища і факти з позицій сучасності.

Принцип об'єктивності дослідження полягає в тому, щоб знайти способи і засоби вивчення суті явища, не вносячи при цьому нічого зовнішнього і суб'єктивного;

Принцип всебічності вивчення педагогічних процесів і явищ забезпечує успіх дослідження, оскільки кожний педагогічний феномен пов'язаний з іншими явищами, і його ізольоване, однобічне вивчення призводить до помилкових висновків.

Методологічний принцип всебічності передбачає **комплексний підхід** до вивчення процесів і явищ, визначення всіх взаємозв'язків досліджуваного феномену, врахування зовнішніх впливів, усунення випадкових чинників. Друга суттєва вимога комплексного підходу – використання в дослідженні різноманітних методів та їх поєднань. Комплексний підхід передбачає також посилення на досягнення інших наук і, перш за все, фізіології, біохімії, соціології, культурології, психології, кібернетики.

Принцип єдності історичного і логічного. Логіка пізнання об'єкта, феномена відтворює логіку його розвитку, тобто його історію. Наприклад, історія розвитку фенотипу є своєрідним ключем до розуміння конкретної особистості, сприяє вирішенню проблем оздоровлення, навчання, виховання і тренування.

Принцип системності передбачає системне вивчення об'єкта: виявлення елементів, упорядкування зв'язків між ними, виділення із багатьох зв'язків системоутворюючих, які забезпечують об'єднання різних елементів єдину систему. Системний підхід виявляє структуру й організацію системи, основні принципи управління нею.

На основі загальних принципів сформувались і **специфічні принципи**, які обов'язково мають реалізовуватися дослідниками в галузі педагогіки. До них належать: **принцип детермінізму, принципу єдності зовнішніх впливів і внутрішніх умов, принцип активної діяльності особистості, принцип розвитку.**

Принцип детермінізму зобов'язує дослідника враховувати вплив різних чинників і причин на розвиток педагогічних явищ.

При дослідженні особистості необхідно враховувати три підсистеми детермінації її поведінки: минуле, сучасне і майбутнє.

Минуле віддзеркалюється у житті особистості, її біографії, особистісних якостях і моральному статусі. Сучасне впливає на свідомість, поведінку, вчинки, мотиви діяльності. Внутрішні умови розвитку особистості, поряд з діяльністю і спілкуванням, створюють сучасну систему, яка детермінує процес удосконалення особистості. Водночас детермінуючий вплив на особистість мають і зовнішні умови.

Винятково суттєвий вплив на розвиток особистості має мета діяльності, спрямована в майбутнє. У цьому сенсі можна говорити про майбутнє як підсистему детермінації розвитку особистості. При цьому свідомо

мета визначає спосіб, характер діяльності особистості і суттєво впливає на її розвиток.

Ці три підсистеми взаємопов'язані між собою і взаємообумовлюють одна одну.

Відповідно до **принципу єдності зовнішніх впливів і внутрішніх умов**, в результаті оцінки зовнішньої поведінки особистості, її діяльності і вчинків відбувається пізнання внутрішнього змісту.

У процесі суспільного розвитку людини щоразу складнішою стає її внутрішня природа, підвищується питома вага внутрішніх умов розвитку відносно зовнішніх. Співвідношення внутрішнього і зовнішнього в розвитку особистості змінюється як історично, так і впродовж різних етапів життєвого шляху людини: чим вона розвиненіша, тим більшою мірою прогрес її особистості пов'язаний з актуалізацією внутрішніх чинників.

Принцип активної діяльності особистості акцентує увагу дослідника на те, що не тільки середовище формує особистість, а й особистість активно пізнає і перетворює навколишній світ. Цей принцип передбачає аналіз змін особистості через призму її діяльності. Поза діяльністю немає людини, але сутність людини не вичерпується діяльністю і не зводиться до неї. Педагогічний вплив на особистість має враховувати характер її діяльності, і здебільшого найефективніший вплив полягає в корекції діяльності людини.

Принцип розвитку передбачає дослідження педагогічних явищ у постійній зміні, розв'язанні суперечностей під впливом системи внутрішніх і зовнішніх детермінант. Принцип розвитку в педагогіці розглядається в двох аспектах: історичний розвиток особистості від її зародження до нинішнього стану –

філогенез і розвиток особистості конкретної людини – **онтогенез**. Крім цього, необхідно розглядати розвиток різних компонентів особистості, її спрямованість, характер, інші індивідуальні якості.

Зрозуміло, що ефективність педагогічного впливу залежить загалом від урахування розвитку особистості, на яку впливає педагог.

Реалізуються названі принципи відповідно до принципу **особистісно-соціально-діяльного підходу**, який орієнтує дослідника на цілісне вивчення особистості в єдності основних соціальних чинників її розвитку – соціального середовища, виховання, діяльності особистості, її внутрішньої активності.

Принципи виступають безпосередньою методологією наукових педагогічних досліджень, визначаючи їх методику, вихідні теоретичні концепції, гіпотези.

Опираючись на розглянуті принципи наукового педагогічного дослідження, необхідно дотримуватися основних **методологічних вимог**:

- досліджувати процеси і явища такими, якими вони є насправді, з їх позитивами і негативами, успіхами і труднощами; прагнути не описувати явища, а критично аналізувати їх;

- оперативно реагувати на нове в теорії і практиці педагогіки, фізичної реабілітації, фізичного виховання і спортивного тренування;

- забезпечувати надійність наукового прогнозу, бачення перспективи розвитку досліджуваного процесу, явища;

- чітко дотримуватися логіки мислення, забезпечувати чистоту експерименту;

– посилювати практичну спрямованість, вагомість і доступність розроблених у дослідженні рекомендацій.

Узагальнюючи ці вимоги, можна визначити методологічні вимоги до результатів дослідження, які включають: об'єктивність, достовірність, надійність і доказовість.

2.3. Методика дослідження

Педагогічні дослідження у фізичному вихованні і спорті – складний процес науково-пізнавальної діяльності, спрямований на виявлення, перевірку і використання у педагогічній практиці нових способів, засобів, прийомів удосконалення системи навчання, тренування, оздоровлення, виховання та розвитку людини. Це важкий шлях творчих пошуків, який передбачає ряд взаємопов'язаних етапів діяльності, кожен з яких покликаний вирішувати конкретні завдання. **Оптимальна послідовність цих етапів, що приводить до отримання обґрунтованих результатів, власне і є методика** – зумовлена метою дослідження.

Всі структурні елементи методики пов'язані з **метою дослідження**, його основною ідеєю, яка визначає організацію, порядок й етапи проведення дослідження. На початку дослідження вибудовується в логічний порядок: мета, завдання та гіпотеза дослідження. Показники розвитку конкретного педагогічного явища співвідносяться з конкретними методами дослідження, визначається послідовність застосування цих методів, порядок управління ходом експерименту, реєстрації, нагромадження й узагальнення емпіричного матеріалу.

Стратегія пошуку, методика дослідження – складний процес, який не тільки передує, але супутній всьому дослідженню, оскільки характер і послідовність його

етапів значною мірою визначаються отриманими результатами. Зазвичай, процес педагогічного дослідження в сфері фізичного виховання і спорту здійснюється за етапами:

1. Вибір, формування й обґрунтування теми дослідження.

2. Розробка робочого плану дослідження, вибір методів і розробка методики його проведення.

3. Поглиблене вивчення та узагальнення наукової, науково-методичної й спеціальної літератури, дисертаційних і науково-дослідних робіт.

4. Аналіз практики фізичного виховання (фізичної реабілітації, спортивного тренування, підготовки фахівців тощо), а також вивчення передового досвіду.

5. Збір, опрацювання і систематизація власних дослідницьких матеріалів.

6. Дослідно-експериментальна перевірка результатів дослідження.

7. Формування основних висновків за результатами дослідження.

8. Оформлення наукової праці.

Важливо зауважити, що процес розробки методики дослідження має яскраво виражений індивідуалізований характер, тому не передбачає суворо регламентованих правил. Автору методики можна порадити враховувати такі принципові положення:

1. Розробка методики є обов'язковою, оскільки це дає відповідь на питання: як реалізувати різні методи для досягнення поставленої мети. З огляду на це, в дослідженні недостатньо визначити сукупність методів, треба їх систематизувати. Отже, методику дослідження доцільно розглядати як сукупність прийомів і способів дослідження, що визначає порядок

їх застосування та інтерпретацію одержаних результатів. Методика залежить від характеру об'єкту дослідження, методології, мети та методів.

2. Методика кожного дослідження завжди конкретна й оригінальна. Немає загальної методики, є конкретна методика певного дослідження.

Кожний дослідник вносить в методику щось нове, що характеризує його розуміння проблеми, дослідницькі здібності.

Формальний підхід до визначення методики, переписування одних і тих самих методів із однієї наукової праці в іншу – неефективне, оскільки останні не реалізуються в повному обсязі під час дослідження і не знаходять змістовного відображення в тексті наукової праці.

3. Для **обґрунтування методики** необхідно:

а) зрозуміти зовнішні прояви досліджуваного явища, показники і критерії його розвитку;

б) узгодити методи дослідження з відповідними проявами феномену. Тільки за цих умов можна сподіватися на достовірні наукові висновки.

4. Кожна конкретна методика має **певну структуру**, основними елементами якої є:

– теоретико-методологічна частина, концепція, на основі якої формується методика;

– досліджувані явища, процеси, ознаки, параметри;

– субординаційні зв'язки і залежності між ними;

– сукупність підібраних методів, їх узгодженість;

– порядок застосування методів і методичних прийомів;

– послідовність і техніка обробки й узагальнення результатів дослідження.

Уміле визначення змісту кожного структурного елементу методики, їх співвідношення і є мистецтвом дослідника. Добре продумана методика організовує дослідження, визначає його основні етапи, дослідницьку базу, забезпечує отримання необхідного фактичного матеріалу, на основі аналізу якого формуються наукові висновки.

Правильно визначивши генеральний напрямок дослідження, можливі інші напрями наукового пошуку. Дослідник повинен обрати найоптимальніший комплекс методів і засобів дослідження та підготувати необхідну документацію й інструментарій.

Важливо, щоб дослідницькі методики були репрезентативними і валідними відповідно масиву первинної інформації, яка б гарантувала вірогідність сформульованих висновків.

Дослідницьку методику, інструментарій і документацію доцільно ретельно перевірити до початку експерименту шляхом багаторазового обговорення в колективі та апробувати її. Це є запорукою якісної підготовки до проведення педагогічного дослідження й успішної реалізації авторського задуму.

2.4. Методи наукового дослідження

Діяльність людини в будь-якій її формі – науковій, навчальній, оздоровчій, тренувальній, виховній – визначається цілою низкою чинників. Кінцевий результат залежить не тільки від того, хто діє, або на кого чи на що вона спрямована, а й від того, як відбувається цей процес, які способи, прийоми, засоби при цьому застосовуються. Це і є проблема методу, про що піде мова далі.

Метод дослідження – це спосіб практичного або теоретичного освоєння педагогічної дійсності; розв’язання поставлених завдань; комплекс інтелектуальних дій, логічних процедур, за допомогою яких педагогічна наука прагне встановити істину, підтвердити чи спростувати її.

Деякі науковці розуміють науковий метод як «цілеспрямований підхід, спосіб, яким досягається поставлена мета. Це комплекси різних методичних підходів і практичних операцій, спрямованих на отримання наукових знань».

Основна функція методу – внутрішня організація і регулювання процесу пізнання або практичного перетворення дійсності. Отже, метод можна розглядати як певне правило, прийом, спосіб, норму пізнання і дії. Правильно підібраний метод організовує пошук істини, економить сили і час дослідника, допомагає уникнути помилки.

Поняття «метод» у педагогічних дослідженнях використовується у широкому і вузькому розумінні цього слова. У широкому розумінні слова він показує пізнавальний процес, який містить декілька способів дії, наприклад, метод теоретичного аналізу передбачає синтез абстрагування, узагальнення тощо. У вузькому розумінні метод означає спеціальний прийом дослідження певної наукової галузі. Наприклад, у фізичному вихованні, як і в педагогіці загалом, це метод наукового спостереження, опитування, педагогічний експеримент та інші. Методи дослідження постійно оновлюються й удосконалюються під впливом інших наук та різних галузей, теорії і методики фізичного виховання та спорту.

У педагогічних дослідженнях застосовуються переважно загальнонаукові методи. Виконуючи системоутворюючу функцію, педагогіка інтегрує різні знання, враховуючи специфіку власного об'єкта наукового дослідження.

Інтеграція знань різних наук і їх методів для розв'язання завдань фізичного виховання і спортивного тренування дає змогу перейти від суб'єктивних суджень про різні аспекти навчального, тренувального і виховного процесу до точних об'єктивних оцінок і відповідних висновків.

Однією з головних вимог педагогічного дослідження є надійність його положень та висновків, яка забезпечується адекватними завданнями та надійними методами збору й обробки інформації.

Сьогодні можна представити класифікацію найпоширеніших специфічних і педагогічних методів дослідження у фізичному вихованні і спорті, які широко використовуються в практиці наукової роботи і дозволяють отримати достовірні результати (рис. 2.1).

Методи ретроспективної інформації дозволяють виявити, що було зроблено з даної проблеми іншими авторами, і вияснити, що залишилось недослідженим або малодослідженим.

Вивчення наукової і методичної літератури, рукописів, архівних матеріалів, матеріалів на магнітних та інших носіях, які характеризують історію і сучасний стан об'єкта, що вивчається, служить способом створення попереднього уявлення і вихідної концепції про предмет дослідження, його сторони і зв'язки.

Робота з літературою починається зі складання списку праць, які необхідно вивчити, їх переліку, наукового опису. Бібліографічний список, зазвичай,

містить перелік книг, підручників, навчальних і навчально-методичних посібників, монографій, журналів, статей у збірниках наукових і методичних праць, тез доповідей, авторефератів і дисертацій тощо. Щоб охопити всю літературу з обраної проблеми дослідження, доцільно користуватися систематичним і алфавітним каталогами. Поряд з цими джерелами варто користуватися довідково-бібліографічними **вказівниками**, електронними каталогами, інформацією про нову літературу у рецензіях на неї.



Рис. 2.1. Методи наукового дослідження

Інформацію про літературу, зазвичай, виписують на стандартні картки, які є в кожній бібліотеці.

Заповнювати картки потрібно чітко і точно, або вони можуть знаходитися на окремому файлі і зберігатися в пам'яті комп'ютера. **Важливо правильно вказати автора чи редактора книги, статті, брошури, назву і рік видання, том, випуск і номер видання; кількість сторінок у книзі, або сторінки, на яких розміщена публікація в збірнику чи журналі, якщо використовуються цитати, то і сторінки, з яких вони взяті.**

Свого часу англійський філософ Френсіс Бекон образно писав, що є книги, які треба лише «скуштувати», є книги, які краще за все «проковтнути» і тільки небагато книг слід «розжувати» і «переварити». Щоб визначити стратегію свого дослідження, дослідникові необхідно спочатку ознайомитися з літературним джерелом. Ознайомлення повинно інформувати дослідника про проблематику та основний зміст джерела. Для цього необхідно спочатку прочитати анотацію, вступ, передмову, висновки та ознайомитися із змістом джерела. Отримана інформація дозволить визначити спосіб опрацювання видання: глибоке вивчення з конспектуванням; вибіркоче вивчення з виписками; загальне ознайомлення з анотаціями тощо.

Іноді при аналізі досліджуваної проблеми поряд з друкованими матеріалами використовують **рукописні та архівні матеріали**, в яких зберігаються звіти, протоколи засідань, акти перевірок, стенограми виступів, доповіді і повідомлення з питань досліджуваної проблеми за певний історичний етап розвитку системи фізичного виховання чи спортивного тренування.

Опитування про ретроспективні події, як і метод збору поточної інформації, може проводитися усно у формі бесід та інтерв'ю або у формі анкетування.

Методи збору поточної інформації можуть бути різноманітними – від звичайного візуального аналізу й оцінки до використання сучасних засобів інформаційних технологій.

Характерною рисою методів наведених на рис. 2.1 є те, що з їхньою допомогою можна отримати дані про результативність педагогічного процесу на початку та після завершення дослідження; про причини успіхів і невдач у навчанні, тренуванні, вихованні. Джерелом фактологічних матеріалів є різноманітна поточна документація навчальних закладів (плани роботи, звітно-облікова документація, накази і розпорядження керівників, журнали, щоденники, результати контрольних перевірок).

Методи оцінки ефективності навчально-виховного процесу використовуються у педагогічному експерименті. При цьому **експериментальний метод** передбачає введення у навчально-виховний процес експериментального чинника, з метою перевірки ефективності впливу на навчальну, тренувальну або виховну діяльність. **Метод контролю** передбачає застосування загальноприйнятих (традиційних) форм і змісту навчально-виховного процесу та служить критерієм порівняння з експериментальними результатами.

Метод спостереження передбачає цілеспрямоване, планомірне, систематичне сприйняття й фіксацію проявів педагогічних явищ і процесів та подальший їх аналіз з метою виявлення ефективності та недоліків педагогічної діяльності.

Педагогічні методи дослідження у фізичному вихованні і спорті створюють можливості розкрити якісні характеристики явищ, що вивчаються. Ці

характеристики стають повнішими і глибшими, якщо для опрацювання емпіричного матеріалу використати метод кількісної обробки. Тому введення в дослідження кількісних показників є необхідним й обов'язковим компонентом отримання об'єктивних даних.. Такі дані можна отримати способом прямих або опосередкованих вимірів різних складових досліджуваного процесу, або через кількісну оцінку відповідних параметрів адекватно побудованої моделі. З цією метою в педагогічних дослідженнях проблем фізичного виховання і спорту застосовують **методи математичної статистики**.

Названі групи методів тісно пов'язані між собою і не можуть використовуватися окремо. При цьому головним є експериментальний метод, а всі інші використовуються для аналізу педагогічного експерименту. Будь-який педагогічний експеримент передбачає: експериментальний метод, методи збору ретроспективної і поточної інформації, метод математичної статистики і в переважній більшості випадків –метод контролю.

Вибір методів дослідження зумовлений поставленими завданнями та їх доцільністю в кожному конкретному випадку. Водночас варто сказати про деякі **загальні вимоги** при визначенні придатності методів для конкретних досліджень, а саме метод повинен:

– бути стійким до дії супутніх чинників впливу, здатним відображати тільки той стан обстежуваних, який викликаний впливом експериментального чинника, а не непередбачуваними обставинами. Крім того, дослідник має бути впевненим, що зміни, які виникли під час дослідження є не випадковими і стабільними;

– бути адекватним явищу, що вивчається. Якщо, наприклад, визначається рівень розвитку швидкості, то

контрольна вправа повинна чітко віддзеркалювати саме цю фізичну якість, а не іншу;

– давати максимум інформації про досліджуване явище або предмет;

– бути надійним, тобто давати ідентичні результати за різних умов повторення дослідження тим же дослідником, на тому ж контингенті, в результаті проведення аналогічного дослідження іншими дослідниками;

– при необхідності доцільно поєднувати педагогічні методи з фізіологічними та психологічними, оскільки за допомогою комплексу методів можна різнобічно і об'єктивно вивчати педагогічні процеси і явища. При цьому поєднання педагогічних і фізіологічних методів та психологічного аналізу не повинно порушувати напрямку педагогічного дослідження;

– дослідник особисто повинен досконало володіти обраним методом дослідження.

Контрольні питання і завдання для самостійної роботи

1. Чому у даний час підвищується роль методології у визначенні перспектив розвитку педагогічних досліджень у фізичному вихованні та спорті?

2. Сформулюйте визначення «методологія».

3. Дайте визначення поняття «методологія педагогіки».

4. Які функції виконує методологія педагогічного дослідження у фізичному вихованні та спорті?

5. Які методологічні принципи педагогічних досліджень Ви знаєте?

6. Сформулюйте найбільш загальні методологічні вимоги до конкретного педагогічного дослідження.

7. Сформулюйте визначення поняття «методика дослідження». Обґрунтуйте положення про те, що методика дослідження завжди конкретна й унікальна.

8. Назвіть принципові положення, якими повинен керуватись дослідник, формуючи методику наукового дослідження.

9. Визначте поняття «метод».

10. Назвіть основні методи педагогічного дослідження у фізичному вихованні і спорті.

11. Коротко охарактеризуйте методи отримання ретроспективної інформації.

12. Дайте коротку характеристику методів збору й обробки поточної інформації.

13. Охарактеризуйте коротко методи оцінки ефективності навчально-виховного процесу.

14. Назвіть загальні вимоги до вибору методів дослідження.

15. Складіть бібліографічний список джерел з проблеми «Розвиток сили школярів старшого віку» за останні 5 років.

16. Підберіть і опишіть методи, які Ви б використали при дослідженні проблеми «Розвиток гнучкості дівчат молодшого віку».

Розділ 3. ДОКУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Загальна характеристика документальних матеріалів

Змістовну й цінну інформацію про предмет дослідження можна отримати, аналізуючи документальні матеріали, оскільки в них віддзеркалюється чимало аспектів процесу фізичного виховання та спортивного тренування. До них зараховують будь-яку інформацію, яка зафіксована в друкованому або рукописному тексті на магнітній стрічці, на фото – або кіноплівці. Зауважимо, що в нашому випадку значення терміна «документ» відрізняється від загальноновживаного: зазвичай, документом називають лише офіційні матеріали.

До найбільш інформативних документів відносять: плани роботи та особисті щоденники учнів і спортсменів; протоколи змагань; сценарії масових заходів; документи та постанови МОН і керівних органів та спортивних організацій України; матеріали інспекторських перевірок; навчальні плани і програми; картки медичних оглядів; звіти спортивних організацій усіх рівнів тощо.

Аналізуючи плани роботи вчителя чи тренера, можна отримати інформацію про: напрям навчального чи тренувального процесу; основні і допоміжні засоби, які використовує педагог та їх відповідність завданням навчання, тренування і виховання; систему застосування засобів і питому вагу в ній тих чи інших вправ.

При аналізі планів-конспектів уроків, щоденників спортсменів, можна довідатись про: обсяг та інтенсивність тренувальних навантажень; методи навчання,

тренування і виховання, їх відповідність віковим та індивідуальним особливостям, результати змагань.

Яскравим прикладом цінності документальних матеріалів є дослідження Л. П. Матвєєва, який на основі аналізу щоденників найсильніших спортсменів світу порівняв величину тренувальних навантажень з динамікою спортивних результатів і на цій основі зробив висновок про характер динаміки навантажень у різні періоди тренувального циклу. Отримати такі дані іншими методами було б неможливо.

Аналіз документальних матеріалів корисний на ранній стадії дослідження, коли визначається його тема, актуальність, способи вирішення порушеної проблеми. Зважаючи на те, що чимало проблем фізичного виховання в минулому не були оприлюднені в публікаціях, аналіз архівних матеріалів дозволить уникнути помилок.

3.2. Класифікація типів документів

Метод аналізу документальних матеріалів один із найдавніших в наукових дослідженнях, тому не випадково йому притаманні різноманітні форми, які періодично змінюються відповідно до зміни типів документації на певних етапах розвитку суспільства. Сьогодні можна за певними ознаками розглядати декілька груп документів (рис. 3.1).

Друковані документи – це постанови урядових організацій, політичних партій, профспілок із питань розвитку фізичної культури і спорту в країні; постанови і рішення місцевих органів влади та громадських організацій; газетні статті й публікації в науково-методичних виданнях.

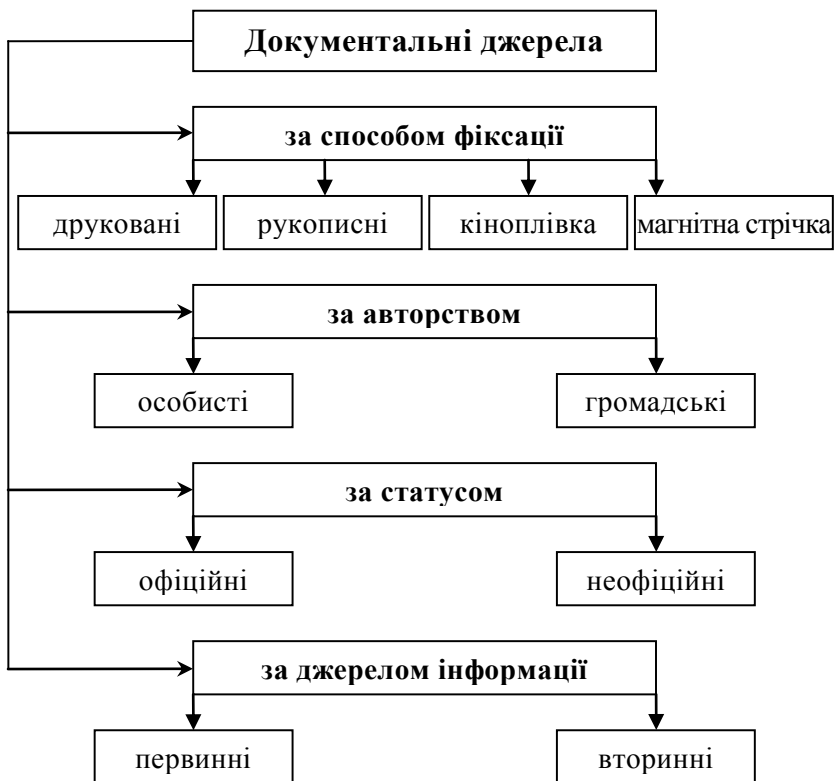


Рис. 3.1. Класифікація типів документів

Рукописні документи – це робочі плани; конспекти; графіки; щоденники учнів, спортсменів, тренерів; протоколи змагань тощо.

Кіноплівки і магнітні стрічки містять інформацію, записану «на живо» та з теле- та радіопередач.

До **особистих** документів належать щоденники, конспекти уроків, анкети, звіти, мемуари, спогади про події і людей, бібліотечні формуляри, характеристики, рекомендовані листи, листи, заяви. Такий тип документів дозволяє отримати інформацію про те, як

оцінює автор документа події і факти, що є предметом дослідження.

Найбільшу цінність такі документи мають у випадках, коли вивчається особистість автора інформації, викладеної у документі, що аналізується.

Громадські документи не мають авторства. Це статuti, статистичні матеріали, рішення, архівні матеріали про події, дані преси, протоколи засідань і зборів. Ці документи використовують, якщо необхідно отримати інформацію про події та явища в минулому.

Громадські документи мають переваги над особистими, в яких закладена можливість суб'єктивізму.

Офіційні документи часто мають характер нормативних матеріалів. Це постанови, заяви, комюніке, стенограми офіційних засідань, інструкції державних і громадських організацій; дані державної і відомчої статистики; фінансові звіти. Цьому типові документів більш, ніж іншим властива об'єктивність, оскільки їх авторами не є конкретні люди, яким властиві власні погляди і судження під час оцінки дійсності.

Первинні документи складаються на основі прямого спостереження або опитування, на основі безпосередньої реєстрації подій, що відбуваються. Це, наприклад, класні журнали; протоколи і стенограми нарад, засідань, зборів; плани тренувань і робочі плани, написані рукою тренера або вчителя. Документи цього типу мають бути підписані автором, а в окремих випадках і керівником установи.

Вторинні документи формуються на базі первинних. Вони можуть бути машинописними або світлинними копіями, відповідним чином засвідченими. Вторинним документом можуть бути зведені дані з декількох первинних; книга, стаття, акт обстеження, якщо в них узагальнюються й аналізуються первинні джерела.

Використовуючи вторинні документи, необхідно враховувати можливі помилки у первинних даних.

Для кожного документа одночасно притаманні всі, або більшість ознак (характеристик). Так, наприклад, особистий документ може бути одночасно: рукописним (або друкованим), офіційним (або неофіційним), первинним (або вторинним). Водночас друковані документи можуть бути тільки громадськими офіційними та первинними (або вторинними).

3.3. Аналіз документальних матеріалів

Кожен документ слід аналізувати із позицій їх чинності. Іншими словами: чи він діючий, чи архівний. Аналізуючи чинні документи, бажано визначати їх вплив на практичну діяльність фахівців галузі та рівень реалізації.

Документальні матеріали можуть мати не тільки словесний текст, а й цифрові дані. Більше того, статистичний матеріал, зазвичай супроводжується текстовим. Використання при аналізі статистичних даних надає подіям і фактам більшої достовірності та істинної науковості. Якщо в дослідженні потрібно: 1) порівняти показники за декілька років і виявити їх динаміку (наприклад, вивчаючи успішність учнів школи); 2) порівняти дані, зібрані з різних установ і організацій (наприклад, аналізуючи успішність учнів різних шкіл), то аналіз статистичних матеріалів передбачає не тільки використання даних первинних документів, а й складання на їх основі таблиць.

У випадках, коли два документи подають різні статистичні дані, варто знайти ще один документ з досліджуваної проблеми і порівняти з ним перші два. Якщо третій документ не знайдено, то треба наводити

обидва перші. При цьому в усіх випадках автор дослідження має пояснити виявлені розбіжності.

Аналізуючи документи, необхідно враховувати їх хронологічні, географічні і тематичні ознаки.

Підбирати документи для їх наступного аналізу можна **фронтальним і вибіркоким способом**. Перший передбачає вивчення документів, які характеризують діяльність всіх взаємопов'язаних організацій і установ за короткий відрізок часу. Наприклад, при вивченні особливостей навчальної, позакласної і позашкільної роботи з фізичного виховання в ЗОШ у період введення в країні «Державних тестів і нормативів фізичної підготовленості населення України» необхідно проаналізувати різноманітні документи шкіл, ДЮСШ, відділів освіти МОН України, спорткомітетів і ДСТ за останні роки.

Вибірковий спосіб полягає у відборі лише тих документів, які характеризують певне педагогічне явище протягом тривалого часу. Наприклад, аналіз зміни змісту фізичного виховання учнів ЗОШ вимагає вивчення навчальних програм за останнє десятиліття.

В окремих дослідженнях використовують і фронтальний, і вибіркоким методи відбору матеріалу.

Якщо з одного і того ж питання виявлено декілька різних документів (наприклад, протокол і стенограму, а можливо і резолюцію засідання (конференції, зборів тощо)), то слід спочатку виявити, чи не подають вони суперечливі дані, і лише потім відібрати документ, зміст якого найбільше відповідає завданню дослідження. Якщо дослідника цікавлять думки різних осіб щодо питання, що обговорюється, то необхідно обрати стенограму; якщо для нього інтерес має лише кінцеве рішення, то досить взяти резолюцію.

3.4. Проблема вірогідності документальної інформації

Зрозуміло, що кожен дослідник прагне отримати об'єктивні результати, що залежать від вірогідності й об'єктивності інформації, яка міститься в документах та яку він аналізує.

Вірогідність інформації залежить, в першу чергу, від джерела документа. Різні джерела мають заздалегідь відому вірогідність інформації, яку вони подають. У будь-яких випадках первинні дані надійніші за вторинні. Тому офіційний документ, отриманий з перших рук, надійніший і достовірніший, ніж неофіційний громадський, і до того ж складений на основі інших документів. Тому при використанні вторинних документів важливо виявити їх джерело.

У практиці наукових досліджень з використанням документальних матеріалів напрацьовано немало способів, за допомогою яких визначають рівень вірогідності відомостей, оцінюючи зміст документальної інформації.

Перше «золоте правило», якого необхідно дотримуватися в роботі з документами (і взагалі з будь-якою інформацією), – **чітко розрізнати опис подій і їхню оцінку**. Судження й оцінка менш вірогідні і надійні, ніж фактична інформація. Адже саме конкретна ситуація є ключем до розгадки сенсу висловлених суджень і оцінок.

Виконавши перше правило, необхідно **проаналізувати наміри автора документа** і виявити навмисні чи мимовільні помилки об'єктивної дійсності, зроблені автором. Наприклад, автор звіту про виконану роботу, зазвичай, схильний відобразити ситуацію у вигідному для себе варіанті. Але якщо проаналізувати ще і звіт комісії, що оцінювала роботу цієї організації чи

установи, результат може бути іншим, оскільки цільова установка подібних документів полягає у виявленні недоліків та негативних аспектів діяльності.

Дуже важливо також довідатися, **яким методом отримувалися первинні дані** автором документа, оскільки відомо, що інформація «з перших джерел» є надійнішою, ніж та, що дісталася із невизначеного джерела.

Якщо документ містить статистичне групування даних, необхідно, в першу чергу, **виявити основу класифікації**, оскільки можливо відповідно до мети дослідження варто буде перегрупувати дані за іншою ознакою.

Нарешті, надзвичайно важливо добре **усвідомити загальну ситуацію, в якій складався документ**: чи вона сприяла об'єктивності викладу (незалежно від цільових намірів автора), чи диктувала зміни інформації.

Особливо обережним слід бути **в роботі з особистими документами** (автобіографіями, щоденниками, мемуарами, листами), яким можна вірити за умови, якщо:

- 1) вони не зачіпають інтересів автора документа або не завдають йому шкоди;
- 2) на час їх фіксування вони були загальновідомі;
- 3) вірогідні деталі подій несуттєві з точки зору автора документа;
- 4) автор недоброчливо ставиться до описаних подій.

Таким чином, «перевірка автентичності документа, аналіз мотивів, спонукань, умов його складання, цільової установки автора, ситуації, в якій він діяв, характер його оточення – це ті чинники, від яких залежить вірогідність інформації із особистих документів».

3.5. Контент-аналіз та його процедури

Якщо при порівнянні однопорядкових даних вимагається висока точність, то при аналізі документальних матеріалів використовують **кількісний аналіз**. Квантифікація (кількісний вираз якісних ознак) необхідна і тоді, коли матеріалу так багато, що його неможливо охопити без сумарних оцінок.

Коли квантифікація текстового матеріалу отримала широке розповсюдження, для неї була розроблена спеціальна процедура, яка називається **«контент-аналіз»**.

Контент-аналіз – це переведення масової текстової або записаної на плівку інформації в кількісні показники та їх наступна статистична обробка.

Першою процедурою контент-аналізу є виявлення в тексті документа **ключових понять** (смислових одиниць) з наступним підрахунком числа їхніх повторень, співвідношення з іншими елементами тексту та з загальним обсягом інформації. Така процедура покликана підвищити об'єктивність вивчення змісту документа.

За допомогою контент-аналізу можна досліджувати тексти газет і окремих статей, матеріали радіо – і телепередач, збірники наукових публікацій, популярні та науково-методичні журнали тощо.

Аналізуючи, наприклад, зміст журналу «Фізичне виховання в школі» можна виявити, як часто на його сторінках виступають учителі; визначити співвідношення критичних і позитивних матеріалів, запропонованих новацій тощо. Аналізуючи конспекти уроків за певний час, можна отримати інформацію про рівень різноманітності загально-розвиваючих вправ. Аналіз одного конспекту дозволить детально вивчити

співвідношення вправ, параметри використання часу на окремі фрагменти уроку тощо.

Смисловими одиницями аналізу тексту документу можуть бути:

– наукові поняття: модель, система, технологія, методика. За частотою вживання понять можна судити наскільки джерело інформації орієнтоване на інноваційні напрямки розвитку фізичного виховання і спорту;

– імена учених, організаторів, назви наукових установ. Така інформація може свідчити про вплив окремих осіб, інституцій, наукових проектів на розвиток галузі науки. За кількістю згадування окремих авторів визначають значущість певної наукової ідеї: якщо кількість згадувань збільшується або зменшується, то це означає про підвищення або зниження популярності даної концепції;

– подія в спортивному житті, офіційний документ, факт, наукове видання, випадок тощо. Частота і тривалість згадування події або державного рішення – свідчення його актуальності та вагомості для спортивної громадськості.

Виділяти смислові одиниці аналізу тексту можна двома способами: формальним і смисловим.

Суть **формалізованого способу** полягає у виділенні дослідником терміну, що визначається одним словом і підрахунку кількості його повторення. Прикладом такого аналізу може бути дослідження в галузі термінології (визначення кількості вживання термінів, розвиток фізичних якостей та «виховання фізичних якостей» або «рухової якості» і «фізичної якості»).

Зважаючи на те, що одна і та ж думка або ідея різними фахівцями може подаватися різними словами,

словосполученнями, частиною тексту (абзацом, програмою) для контент-аналізу використовують **смысловий прийом виділення одиниць аналізу**. При такому тлумаченні суті смыслової одиниці за її основу беруть не граматичну форму (термін), а певний об'єкт або явище. Користуючись смысловим способом аналізу, виділяють не тільки необхідні слова, а й знаходять їхні індикатори, тобто поєднання слів, фрази, абзаци, що мають те ж смыслове значення, що і слово, яке цікавить дослідника. Наприклад, смысловими одиницями при контент-аналізі ділових професійних якостей учителів можна виділити «ініціативну творчість», «знання і досвід», «сумлінність, акуратність, ретельність». До кожної з означених якостей можна знайти індикатори у характеристиках конкретних осіб і за їхнім аналізом визначити які якості притаманні кожній із них.

Приведемо орієнтовну схему професійних ділових ознак і їх індикаторів в характеристиці вчителя:

Ознаки самостійності в роботі вчителя	Індикатори ознак в тексті характеристик
Ініціатива і творчість	«Не боїться труднощів», «пройшов великий творчий шлях», «вдумливий», «самостійно виконує весь комплекс робіт», «ініціативний», «ініціює нові форми роботи», «має авторські набутки щодо засобів і методів роботи», «друкує свої ідеї в газетах і журналах»
Знання і досвід	«Ерудований», «швидко оволодіває новими прийомами роботи», «має великий досвід», «цікавиться (або стежить за) найбільш новою літературою», «має достатню теоретичну підготовку», «вдумливий», «має ґрунтовні, глибокі знання», «проявив себе кваліфікованим (висококваліфікованим) фахівцем»

Сумлінність, акуратність, ретельність	«Доручену роботу виконує сумлінно», «відповідально ставиться ...», «відзначається акуратністю», «намагається виконувати завдання своєчасно й акуратно», «робота відрізняється точністю»
---	---

Смисловий аналіз ускладнюється ще й тим, що деякі поняття не мають усталеної термінології, що спонукає авторів вкладати свій зміст в той або інший термін. Іноді автори з різних причин ігнорують норми вживання термінів.

У пошуку одиниць аналізу дослідник не завжди може погоджуватися із вживанням або трактуванням термінів, але це не повинно негативно позначатися на об'єктивності виділення одиниць аналізу.

Необхідно зважати й на ту обставину, що кожний документ є відображенням певної епохи й аналізуватися він має з огляду на ті політичні, економічні, моральні і наукові концепції, які панували в той час. Це особливо важливо сьогодні, коли необхідно аналізувати документи різних періодів. Цей аналіз має бути критичним, але й об'єктивним.

Аналіз документальних матеріалів необхідно зафіксувати. Особливо ретельно фіксують статистичні матеріали, прізвища, імена, які згадуються у документі. Якщо документ дуже важливий для дослідника і відносно короткий, то його переписують або частково виписують окремі місця, або замовляють копії цих документів.

Якщо аналіз документальних матеріалів вимагає узагальнення багаточисельних даних (наприклад, щоденників багатьох учнів або одного учня за тривалий час) представлених у певних величинах (кілограмах, метрах, годинах (хвилинах) тощо), то розробляються

відповідні таблиці, які полегшують опрацювання матеріалу. Форма таблиць визначається завданнями роботи.

Документ здебільшого є основним джерелом інформації, який може бути доповнений опитуванням або спостереженням. Тому для дослідника важливо забезпечити його об'єктивність, а також й ефективність, яка визначається всім комплексом прийомів роботи з документами в процесі їхньої класифікації, відбору і обробки. Підвищить професійність аналізу і творчий підхід до методики аналізу, постійний пошук нових способів, які відповідатимуть конкретним завданням дослідження, формам і змістові матеріалу. Саме тому рекомендації з методики аналізу документальних матеріалів мають загальний характер.

3.6. Аналіз літературних джерел

Будь-яке дослідження починається з пошуку у літературних джерелах відповіді на питання, що виникли перед фахівцем у процесі практичної діяльності.

І лише у випадку, якщо зрозумілої і однозначної відповіді пошук не дав, варто розпочинати власне дослідження. Це судження особливо стосується ініціативних тем, які виникли в процесі практичної професійної діяльності вчителя, тренера, інструктора, реабілітолога.

За допомогою літературних джерел дослідник вирішує такі завдання:

– визначається з темою дослідження, у разі переконання, що певна наукова проблема не вирішена, або вирішена частково;

– чітко визначає своє місце у науковому дослідженні;

– детально ознайомлюється з дослідженнями попередників, їхніми методами вирішення наукових завдань;

– стежить за сучасними науковими працями, які проводяться за аналогічними або суміжними темами;

– коректує хід власних досліджень відповідно до отриманої інформації;

– науково обґрунтовує отриманий в дослідженні фактичний матеріал, і на цій основі робить висновки та розробляє практичні рекомендації;

– встановлює причини невідповідності отриманих у дослідженні результатів літературним даним;

– грамотно планує свій подальший науковий пошук.

Отже, робота з літературою не є метою дослідження, а лише одним із засобів досягнення його мети. Вивчення літератури «розкриває можливості» перед пошукувачем, націлює його на експериментальну роботу, яка в свою чергу актуалізує потребу в подальших пошуках в науковій літературі.

В окремих випадках вивчення літературних джерел може бути основним методом дослідження. Такими випадками є теоретичні та історичні дослідження, проведення яких вимагає глибокого аналізу книг, статей, різноманітних документів.

Зауважимо, що у будь-яких випадках робота з літературними джерелами розширює уявлення про публікації, збагачує його професійні знання, сприяє збору методичного матеріалу, а також підвищує якість педагогічної діяльності.

Починати роботу з літературою необхідно з вивчення відповідних розділів і тем підручників та навчальних посібників, які зорієнтують на основні джерела для поглиблення знань з досліджуваних

проблем. Так розпочинається тематичний підбір літератури.

Підбираючи літературу, дослідник вивчає безпосередні й опосередковані дані, що стосуються питань теми, методів дослідження. Аналіз цієї літератури складатиме окремий розділ наукової праці – огляд літератури.

Контрольні питання і завдання для самостійної роботи

1. Дайте загальну характеристику документальних матеріалів, вкажіть яка їхня користь для наукових досліджень.

2. Назвіть основні типи документів і коротко охарактеризуйте їх.

3. Дайте характеристику аналізу документальних матеріалів як методу наукових досліджень.

4. Поняття про вірогідність документальної інформації.

5. Охарактеризуйте контент-аналіз та його основні процедури.

6. Які наукові завдання можна вирішити за допомогою літературних джерел?

7. Роль літературної бібліографії у підборі необхідної для дослідження літератури.

8. Аналіз літературних джерел та форми запису його результатів.

9. Підберіть і запишіть 30 літературних джерел за обраною Вами темою дослідження, список якої мають представляти всі різновиди наукової і методичної літератури.

10. Проаналізуйте один із видів документів (за вибором).

Розділ 4.

МАТЕМАТИКА ТА СПОРТИВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Будь-яка наука – це передусім знання, збір фактів, логічні міркування, об'єктивна обґрунтованість висновків. І в кожному випадку використовуються цифри. Оцінює успішність учнів шкільний учитель, підраховує результати виступу своєї команди на змаганнях тренер, проводить дослідження в лабораторії науковий співробітник – всі вони оперують цифрами. Саме такого вміння вільно поводитися з цифрами, систематизувати їх, знаходити в їх послідовності важливі закономірності та зв'язки хотілося б навчити студентів за допомогою матеріалу, який викладено в посібнику.

Серед особливостей сучасного етапу розвитку суспільства завжди, насамперед, відмічають процеси математизації всіх наук та широке впровадження комп'ютерних технологій. Математика використовується всюди, в усіх видах людської діяльності. Перелік традиційних галузей використання математичних методів (механіка, фізика, хімія) сьогодні доповнений біологією, медициною, соціологією, лінгвістикою, економікою та іншими науками. Спортивну галузь теж не оминула своєрідна математична експансія.

Математику почали використовувати ще тоді, коли її не називали наукою. Найпростіші арифметичні та геометричні поняття й закономірності люди знали і застосовували з давніх-давен. Оформлення математики в окрему науку з особливим методом доведень, за яким всі наступні твердження виводяться за чіткими логічними правилами на основі кількох аксіом, відбулося за часів Стародавньої Греції. Допитливі греки стали не лише використовувати готові правила, а й ставити запитання

«чому і як?». Про природу чисел та їх особливості перший замислився грек Піфагор Самоський, який спочатку не був ученим, а був переможцем Олімпійських ігор з кулачного бою і музикантом!

Разом із розвитком самої математики розширювалось і коло її застосувань. Багато важливих математичних понять і методів було створено спеціально для вирішення практичних завдань, і лише потім вони аналізувались й розвивались у суто «математичному» вигляді (поява теорії ймовірностей тощо).

У наш час електронно-обчислювальна техніка піднесла можливості математичних методів на якісно новий рівень. За допомогою комп'ютерів було вирішено завдання, які в минулому не мали повного вирішення у зв'язку із дуже складними обчисленнями, а також багато нових завдань з тих галузей, де математика до цього часу не мала застосування. Виявилось, що не тільки конкретні математичні результати, але й сам порядок математичного мислення має велику користь у різноманітних напрямках діяльності людини.

Математика і спорт, спорт і комп'ютер. Сьогодні вже нікого не дивують сполучення таких понять, але зовсім недавно деякі поважні тренери й спортивні педагоги вважали математику зайвою у тренувальному процесі, а комп'ютери використовували лише як інструмент для набору текстів. Час усе розставив по своїх місцях: комп'ютери використовують на стадіонах та в спортивних залах, у наукових спортивних лабораторіях і студентських аудиторіях, а без сучасних математичних методів дослідження та прогнозування сьогодні у великому спорті неможливо досягти вагомих результатів. Бо саме за допомогою математичних методів визначають перспективність спортсмена,

найкращі умови для тренувань, аналізують параметри різних аспектів змагально-тренувального процесу, контролюють ефективність навантажень, оцінюють ступінь втоми. Математика та фізика допомагають віднайти оптимальні форми весла, яхти, ковзанів, лиж, спортивного одягу тощо.

Як відомо, керування процесом підготовки висококваліфікованого спортсмена має п'ять етапів:

- 1) збір інформації про спортсмена;
- 2) аналіз отриманої інформації;
- 3) ухвалення рішень щодо стратегії підготовки й розробки тренувальних програм;
- 4) реалізація програм і планів підготовки;
- 5) контроль за ходом реалізації, корекція і розробка нових програм.

Ці етапи неможливо подолати без застосування сучасних комп'ютерних засобів і технологій, а також прикладного математичного забезпечення.

Для подальшого успішного розуміння та вирішення проблем дослідження варіаційних рядів, дисперсійного чи кореляційного аналізу та інших математичних методів необхідно згадати про важливі загальні математичні поняття й формули:

1. **Множина** – це група елементів будь-якої природи, що мають спільну характерну властивість (множина простих чисел, множина планет Сонячної системи, множина студентів 1-го курсу, множина даних психофізіологічного обстеження збірної команди України з боксу тощо).

2. **Стала величина (константа)** – це величина, що не змінює свого значення протягом вирішення окремого завдання (довжина легкоатлетичної дистанції, кількість снарядів у гімнастичному багатоборстві, максимальна кількість спроб у стрибках в висоту тощо).

3. **Змінна величина** – це величина, що набуває різних значень протягом вирішення завдання (швидкість вітру, час конкретного футбольного матчу, кількість спроб в стрибках у висоту в кожного конкретного атлета, кількість елементів довільної програми фігуриста тощо).

4. **Рівняння** – це математична форма зв'язку між відомими та невідомими величинами у конкретному завданні. Розв'язати рівняння – це знайти такі значення всіх невідомих величин, що перетворюють це рівняння на тотожність.

Наприклад: $S = v \times t$ – рівняння рівномірного руху, де S – відстань, v – швидкість тіла, t – час.

5. **Абсолютна величина** (модуль числа) – це завжди додатне число, що визначається за формулою:

$$|a| = \begin{cases} a, & a \geq 0; \\ -a, & a < 0 \end{cases} \quad (4.1)$$

6. **Сума елементів** від 1 до n по i :

$$\sum_i^n a_i = a_1 + a_2 + \dots + a_n, \quad (4.2)$$

де a_i – i -й елемент.

7. **Добуток елементів** від 1 до n по i :

$$\prod_i^n a_i = a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n, \quad (4.3)$$

де a_i – i -й елемент.

Такий добуток у математиці ще називається **факторіалом** і позначається знаком оклику (!).

Наприклад: скільки існує варіантів розташування п'яти гравців на волейбольному майданчику?

Відповідь: $5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$.

8. **Матриця** – це прямокутна таблиця у вигляді рядків і стовпчиків, що складаються із будь-яких елементів (журнал успішності, протокол змагань тощо).

Наприклад, результати змагань із загальної фізичної підготовки (ЗФП) школярів 12 років можна подати у вигляді таблиці, а потім трансформувати її в числову матрицю:

Таблиця 4.1

Результати змагань із загальної фізичної підготовки
(ЗФП) школярів 12 років

№ п/п	Прізвище	Висота стрибка, см	Підтягування, кількість разів	Довжина стрибка, см
1.	В-о	56	12	179
2.	С-в	43	14	170
3.	Л-к	24	10	134
4.	Т-й	62	15	192

Матриця:

56	12	179
43	14	170
24	10	134
62	15	192

9. Функція (чи функціональна залежність між величинами x і y) – це така залежність між двома величинами, де кожному значенню величини, що називається аргументом (x), відповідає одне певне значення іншої, що називається функцією (y); записується у вигляді

$$y = f(x) \quad (4.4)$$

(читається: «ігрек є функцією від ікс»):

Наприклад, пульсова вартість (ПВ) одного метра дистанції описується швидкістю (v) та частотою серцевих скорочень (ЧСС) атлета на визначеному відрізку дистанції:
 $PV = ЧСС/v$.

А тепер, щоб краще зрозуміти широке коло спортивних проблем, які вирішуються різними математичними методами, розглянемо загальновідомі конкретні приклади зі спортивної практики.

1. Типовий педагогічний експеримент у спорті

Спеціаліст, який пропонує нову методикою тренування спортсменів будь-якої спеціалізації та кваліфікації, повинен довести ефективність своєї робочої гіпотези.

Стандартна схема доведення така – беруться дві групи досліджуваних: контрольна та експериментальна, які є однаковими за параметрами, найважливішими для мети дослідження. Контрольна група тренується за стандартною методикою, а експериментальна – за новою. На певному етапі проводиться вимірювання цих важливих параметрів, за результатами якого і робиться висновок про придатність і ефективність нової методики. Після таких експериментальних обстежень тренер-дослідник отримує великий обсяг фактичного матеріалу у вигляді масиву чисел. Для обробки даних, їх аналізу та правильних висновків і потрібне знання методів математичної статистики, які ми будемо розглядати в наступних розділах.

2. Імітаційне моделювання

Імітаційне моделювання – це проведення обчислювального експерименту за допомогою математичних методів на комп'ютері. Застосовується воно до процесів, на перебіг яких може вплинути людська воля. Людина чи група людей залежно від ситуації ухвалює те чи інше рішення. Наступне рішення вже ухвалюють, беручи до уваги нову реальну ситуацію і так далі. У результаті багатьох повторень цієї процедури складається картина поведінки об'єкта (спортсмена, команди) чи перебігу тренувального процесу в реальних обставинах.

У спортивній практиці імітаційне моделювання дає можливість за допомогою комп'ютера вивчити розвиток фізичних, біохімічних, соціальних та інших процесів, розглянути всі сторони тренувальної діяльності та

фізичного стану спортсмена. Наприклад, щоб не витратити зайвий час та зусилля весляра для визначення оптимального тактико-технічного варіанту проходження будь-якої дистанції, можна побудувати математичну модель, яка буде враховувати і кількість гребків за одиницю часу, і швидкість вітру та течії води, і навантаження на веслах, і будь-які інші компоненти. Ця модель «прокручується» на комп'ютері з різними початковими умовами і в результаті отримують перелік варіантів тактики й техніки, які вже можна використовувати у реальних тренуваннях.

3. Дослідження операцій

Дослідженням операцій називається розділ математики, що розглядає різного роду ситуації, аналіз яких зводиться до вибору одного з багатьох варіантів рішень. Наприклад:

– розподіл ігрових амплуа в команді, що принесе найбільший успіх – перемогу;

– вибір системи організації чемпіонатів і турнірів (шахи, теніс, футбол, хокей, фехтування тощо);

– вибір дієти, що відповідає рекомендаціям медиків і потребам спортсмена;

– вибір потрібного мастила для лиж залежно від методологічних умов;

– розрахунок моменту спурту у трековій гонці;

– вибір системи суддівства та підрахунку балів у різних видах спорту.

Одним із методів вирішення завдань у дослідженні операцій є **метод лінійного програмування**. І однією з перших тут була вирішена проблема дієти. Як відомо, для збереження здоров'я людина потребує на добу певної кількості поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів тощо). Кількість поживних речовин у різних

продуктах різна, тому особливі вимоги спеціалістів – лікарів, дієтологів, тренерів – висуваються до створення раціону спортсмена. Також часто важливою є цінова вага дієти (кошторис). Тому завдання скласти найдешевшу та раціональну за мінімальними нормами дієту, наприклад, зводиться до загальної математичної моделі – система лінійних нерівностей, яку й треба розв’язати.

4. Комбінації та розташування

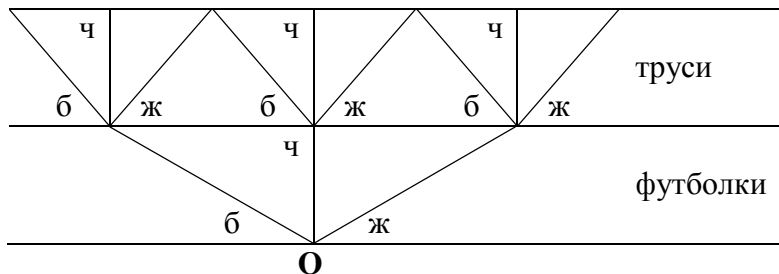
Дуже часто людина повинна обирати один з багатьох можливих шляхів (наприклад, як швидше та простіше доїхати на тренування з гуртожитку № 4 до Центрального стадіону м. Житомира) чи один з кількох варіантів (наприклад, перелік продуктів і страв у меню для спортсменів). Ці шляхи та варіанти складаються в найрізноманітніші комбінації. І цілий розділ математики, що має назву **комбінаторика**, шукає відповідь на запитання: скільки всього комбінацій є в тому чи іншому випадку і як з усіх цих комбінацій вибрати найкращу.

Наприклад, у спортивному дитячому таборі потрібно провести футбольний турнір. На складі є комплекти форми лише трьох кольорів: жовтого, чорного та білого. Чи достатньо буде комбінацій з різнокольорового одягу (тобто футболка і труси можуть бути як однакового, так і різних кольорів) на 8 команд?

Можемо графічно розв’язати таке завдання. Намалюємо три паралельні лінії та оберемо на нижній точку, позначивши її літерою **O**. Напишемо на нижньому рядку «футболки», а на верхній – «труси». З точки **O** проведемо три відрізки вгору, написавши на одному «**б**» (біла), на другому – «**ч**» (чорна), на третьому – «**ж**» (жовта).

З кінця кожного відрізка проведемо ще по три відрізки та зробимо з ними те саме: напишемо літери «**б**», «**ч**»,

«ж». Малюнок показує, що в нас є дев'ять варіантів різнокольорової форми, тобто на вісім команд дитячого турніру вистачить!



Отримане зображення має в математиці назву **дерева**. Оскільки ми отримали його у результаті вибору кольору футболок і трусів, можемо назвати його **деревом вибору**. З подібною проблемою постійно стикаються шахісти, коли вибирають найкращий хід у важкій партії.

Ці приклади – лише невелика частка тих цікавих ситуацій і завдань, що виникають кожному мить у фізкультурній і спортивній практиці. Грамотно їх розв'язати, зробити правильні висновки та, що найважливіше, застосувати їх у своїй професійній діяльності і допомагають математичні методи. Тож давайте їх вивчати!

Питання для самостійного опрацювання

1. Назвіть п'ять етапів процесу підготовки висококваліфікованого спортсмена.
2. Пригадайте важливі поняття та формули елементарної математики, якими користуються у спортивних дослідженнях.
3. Наведіть приклади зі спортивної практики, які вирішуються різними математичними методами.

Розділ 5. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ

Теорія ймовірності вивчає випадкові процеси та величини (детальне визначення цих понять буде подано нижче). Цей розділ математики має дуже цікаву історію. Він виник, щоб задовольнити людську жагу до азартних ігор. Гра в кості була найпопулярнішою грою кінця середньовіччя. Саме слово «азарт» також стосується гри в кості, бо походить від арабського слова «al-zar», що в перекладі означає «гральна кістка». Гра в карти стала популярною в Європі лише в XIV столітті, тоді як вона була поширена ще у Стародавньому Єгипті часів I-ої династії фараонів, пізніше у Греції та Римській імперії.

Праці, у яких уперше з'являються загальні поняття теорії ймовірності, були написані у XV–XVI століттях такими видатними вченими як Спіноза, Кардано, Галілео Галілей.

Існує ще одна стародавня легенда про те, як відомий французький гравець XVII століття, заможний і шляхетний шевальє де Мере, звернувся до відомого французького математика Блеза Паскаля з проханням пояснити йому деякі парадокси випадання того чи іншого сполучення цифр на гральних костях. Паскаль у листах до іншого відомого математика П'єра Ферма розв'язав ці парадокси, заклавши таким чином основи теорії виграшу, що й стало надалі відправною точкою для виникнення нової математичної дисципліни – теорії ймовірності. Перші загальні теоретичні обґрунтування накопичених фактів зробив Я. Бернуллі.

За тих часів лише азартні ігри становили сферу застосування цієї науки. Потім методами теорії

ймовірності стали цікавитися й користуватися статистики, військові, економісти, генетики, промисловці та інші.

Лише наприкінці XIX сторіччя П. Л. Чебишев і його учні А. А. Марков і А. М. Ляпунов перетворили теорію ймовірності на струнку математичну науку. Подальшим розвитком теорія ймовірності та випадкових процесів зобов'язана таким математикам як С. Н. Бернштейн, А. М. Колмогоров, Ю. Непман, І. М. Коваленко та ін.

Спортивний результат є також величиною досить випадковою та залежить часом від багатьох факторів, деякі з яких – суттєві, деякі – не дуже, а деякі просто затьмарюють справжню суть явища. Тому теорія ймовірності знайшла широке застосування у спортивній практиці.

Дамо спочатку таке визначення: будь-яке явище будемо називати **подією**, якщо воно відбувається чи не відбувається при дотриманні певного комплексу умов. Далі замість словосполучення «комплекс умов» будемо говорити «проведено випробування», тобто розглядати будь-яку елементарну подію як результат випробування.

Наприклад, стрілець виконує постріл по мішені чи баскетболіст кидає м'яч у кошик. Постріл (кидок м'яча) – це випробування, влучання чи похибка – подія.

Розрізняють **елементарні події**, які не можна розкласти на простіші, та **складні події**, які можна розкласти на елементарні. Всі елементарні події можна поділити на три групи:

- **вірогідні (достовірні)** – ті події, що завжди відбудуться у результаті випробування;

- **невірогідні (неможливі)** – ті події, що ніколи не відбудуться під час випробування;

- **випадкові** – ті події, що можуть відбутися чи не відбутися у результаті випробування.

Події називають **сумісними**, якщо поява однієї з них не виключає можливості появи інших. Наприклад, влучення в мішень першого та другого стрільця під час довільної стрільби.

Відповідно, події називають **несумісними**, якщо поява однієї з них включає появу інших в одному й тому ж випробуванні. Наприклад, атлет посів перше та друге місце одночасно на індивідуальних змаганнях з гімнастики.

Нарешті, події називають рівно **можливими**, якщо немає причин стверджувати, що будь-яка з них найбільш можлива за інші. Наприклад, поява «герба» чи «решки» – однаково можливі події під час вільного підкидання монети.

Спитаємо себе:

– скільки медалей завоює наша країна на наступній олімпіаді?

– хто саме стане новим чемпіоном світу з фігурного катання на ковзанах?

– який новий рекордний час буде зафіксовано у плаванні на 200 м брасом?

– чи виросте з мого сина новий чемпіон світу з боксу?

Усі ці питання мають одну властивість – на них не можна дати однозначної відповіді, тому, що процеси, з якими вони пов'язані, є випадковими подіями за своєю суттю. Кожна така випадкова подія – результат багатьох випадкових причин, й іноді неможливо врахувати вплив усіх цих причин на остаточний результат, бо кількість їх дуже велика, а закони дії не завжди відомі.

Однак, усе зовсім по-іншому, коли розглядаються випадкові події, що можуть багато разів повторюватися за тих самих умов. Якщо йдеться про однорідні масові події, то виявляється такий факт – досить велика кількість однорідних масових випадкових подій, незалежно від їх

природи, підкоряється певним закономірностям. Визначенням цих закономірностей і їх вивченням і займається теорія ймовірності.

Тепер можемо дати визначення.

Теорія ймовірності вивчає закономірності, що наявні в масових однорідних спостереженнях за випадковими явищами, перебіг яких у кожному спостереженні відбувається за тих самих умов.

Знання цих закономірностей дозволяє передбачити, якими буде їх перебіг і, що дуже важливо, спрогнозувати самі події та їх результат.


Але крім простого спостереження за випадковою подією з точки зору математики важливішою є спроба кількісної оцінки такої події за допомогою будь-якого параметра.


Розглянемо простий приклад. Нехай у нас є шість різнокольорових кульок у коробці – одна біла, дві сині та три червоні. Яка можливість того, що ми не дивлячись витягнемо кульку синього чи червоного кольору? Чи можна цю можливість описати кількісно, тобто числом?

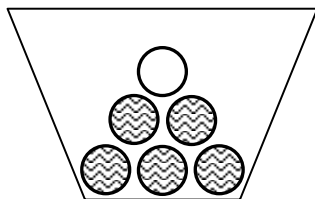
Виявляється, що це можливо. Таке число і називають **імовірністю події**. Ймовірність будь-якої події – це число, яке характеризує можливість появи цієї події в даному випробуванні.

Для нашого прикладу: подія А – це поява кульки синього чи червоного кольору. Можливі шість елементарних результатів випробування:

Е1 – один результат (одна біла кулька) ,

Е2 – два результати (дві сині кульки) ,

Е3 – три результати (три червоні кульки) .



Нас влаштовує лише $E_2 + E_3 = 5$ результатів, за якими ми витягнемо синю чи червону кульку. Тому, ймовірність події A – це відношення кількості сприятливих подій A результатів до загальної кількості результатів: п'ять поділити на шість або $5/6$ (п'ять шостих).

Тобто з філософської точки зору, ймовірність будь-якої події – це кількісна міра ступеня об'єктивності можливості цієї події.

Дамо тепер класичне (математичне) визначення ймовірності.

Ймовірністю [позначається – $p(A)$] події A називають відношення кількості результатів, які сприяють події A [позначається літерою m], до загальної кількості всіх однаково можливих елементарних результатів випробування [позначається літерою n]:

$$p(A) = \frac{m}{n}. \quad (5.1)$$

Властивості ймовірності:

- 1) $p(A) = 1$, якщо подія A – вірогідна,
- 2) $p(A) = 0$, якщо подія A – невірогідна,
- 3) $0 < p(A) < 1$, якщо подія A – випадкова.

Наприклад: якщо з 20 стрибків на тренуванні у 12 спробах спортсмен стрибає у довжину на 8 м, то ймовірність такого ж далекого стрибка на змаганнях становитиме $12/20 = 0,6$ (60 %).

Ще одне визначення:

Відносною частотою чи частотністю події A (позначають $p_n(A)$ або $W(A)$) називають відношення

кількості випробувань, у яких подія A з'явилася, до кількості фактично виконаних випробувань.

Дуже важливо пам'ятати, що ймовірність $p(A)$ події A обчислюється до випробування, а частотність $p_n(A)$ тільки після випробування.

Одним з найважливіших понять теорії ймовірності є поняття випадкової величини. Розглянемо такі приклади:

- кількість викликів, які надходять від абонентів на телефонну станцію за певний проміжок часу не є сталою, а коливається в деякому інтервалі;

- відхилення кулі, яка влучила в мішень під час кульової стрільби, від центру (десятки) також визначається деякою кількістю причин, що мають випадковий характер;

- кількість студентів, які прийдуть на першу пару, невідома, але не менша нуля та не більша певного числа (повний список групи чи курсу);

- час подолання спринтерської дистанції на тренуванні у кожній спробі відрізняється, але перебуває у певному інтервалі.

З точки зору теорії ймовірності всі ці приклади описують випадкову величину, яка під час впливом випадкових обставин набуває різних значень.

Таким чином, величину називають **випадковою**, якщо вона у результаті випробування заздалегідь невідома та залежить від випадкових причин.

Випадкова величина може бути **дискретною** (перервною), якщо набуває деяких значень із визначеними ймовірностями, чи неперервною, якщо може набувати всіх значень з певного інтервалу, завершеного чи незавершеного.

Наприклад, кількість підходів до снаряду, кількість елементів технічної програми фігуриста, кількість влучень у мішень за три постріли – це дискретні величини, а час

забігу чи запливу, величина похибки під час вимірювання відстані – неперервні випадкові величини.

Природа випадкових величин дуже різноманітна. Кількість значень, яких вони можуть набувати, може бути завершеною чи незавершеною, самі значення можуть розташовуватися в інтервалі дискретно чи заповнювати його цілком. Для того, щоб повністю охарактеризувати випадкову величину, необхідно не лише вказати всі її можливі значення, але й закон, за яким можна знайти ймовірність кожного значення.

Законом розподілу випадкових величин називають таке співвідношення, яке встановлює зв'язок між можливими значеннями випадкової величини та відповідними ймовірностями:

$$P(X) = f(X) \quad (5.2)$$

Закон розподілу дискретної величини X можна виразити аналогічно, таблицею та графіком.

Щоб виразити ймовірність значень неперервних випадкових величин, дуже різних за своєю природою, причому виразити їх однаковим способом, у теорії ймовірності використовують поняття функції розподілу випадкових величин.

Розглянемо ймовірність того, що випадкова величина X є меншою чи рівною якомусь заданому числу x :

$$P(X \leq x) = F(X) \quad (5.3)$$

Ця ймовірність, розглянута як функція від x , і називається **функцією розподілу випадкової величини X** .

Якщо неперервна випадкова величина може набувати будь-якого значення з інтервалу (a, b) , то

$$P(a \leq X \leq b) = F(b) - F(a) \quad (5.4)$$

Формула (5.4) часто називається **основною формулою теорії ймовірності**.

Також для неперервних випадкових величин вводяться поняття **щільності розподілу ймовірностей** – це перша похідна від функції розподілу неперервної випадкової величини:

$$f(x) = \frac{dF_x(x)}{dx} . \quad (5.5)$$

Графік щільності ймовірності, так звана крива розподілу, має вигляд, поданий на рис. 5.1:

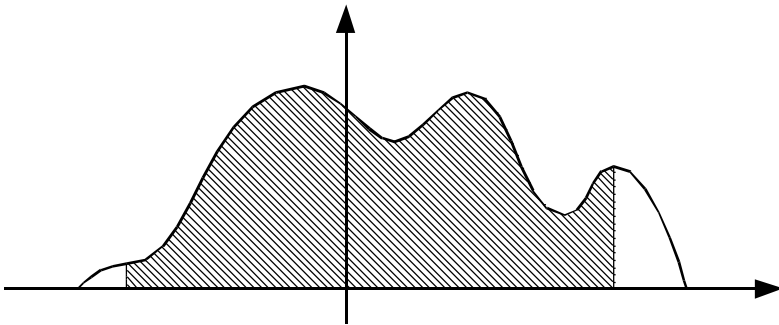


Рис.5.1. Графік щільності ймовірності

Ймовірність знаходження неперервної випадкової величини в інтервалі між значеннями x_1 та x_2 пропорційна площі під кривою ймовірностей між точками x_1 та x_2 . Математично це записується у вигляді визначеного інтегралу:

$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx . \quad (5.6)$$

Розподіл випадкової величини, який виражений функцією розподілу чи щільності ймовірностей, повністю її характеризує. Однак ці характеристики складні для обчислення та не завжди необхідні для елементарного аналізу поведінки випадкової величини. Для вирішення багатьох практичних завдань не потрібно знати розподіл

випадкової величини, а досить мати лише деякі узагальнені характеристики цього розподілу.

Нехай є дискретна випадкова величина X зі значеннями x_1, x_2, \dots, x_n , що мають імовірності p_1, p_2, \dots, p_n . Сума добутку всіх можливих значень величини X на відповідні ймовірності має назву **математичного сподівання випадкової величини**:

$$M[X] = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + \dots + x_n \cdot p_n = \sum x_i \cdot p_i. \quad (5.7)$$

Математичне сподівання – абстрактне поняття. Воно є теоретичним аналогом поняття середнього арифметичного значення, яким ми будемо часто користуватися.

На практиці дуже часто має значення не тільки середня величина якогось розподілу, а й відхилення окремих значень від цієї середньої. Щоб уникнути нульових значень під час підрахунку (сумування) відхилень (бо вони є як додатні, так і від’ємні), беруть **квадрати відхилень** (а вони завжди мають додатне значення) та вводять поняття **дисперсії випадкової величини**.

Дисперсія (позначається літерою D) – це математичне сподівання квадрату відхилення випадкової величини від її математичного сподівання:

$$D[X] = M[X - M[X]]^2. \quad (5.8)$$

Додатний корінь квадратний з дисперсії називається **середнім квадратичним (стандартним) відхиленням випадкової величини** (позначається малою грецькою літерою «сігма» σ):

$$\sigma[x] = \sqrt{D[x]}. \quad (5.9)$$

Дисперсія та середнє квадратичне відхилення характеризують змінність (**варіативність**) випадкової величини. Чим більше випадкова величина відхиляється

від свого математичного сподівання, тим більші значення дисперсії та середнього квадратичного відхилення.

Результати більшості експериментальних (емпіричних) досліджень у спорті описуються неперервними випадковими величинами та пов'язаними з ними неперервними розподілами. Найпоширенішим з них є так званий **нормальний** або **Гаусів розподіл** (за ім'ям знаменитого німецького математика Гауса, що відкрив його одним з перших), графік якого подано на рис. 5.2:

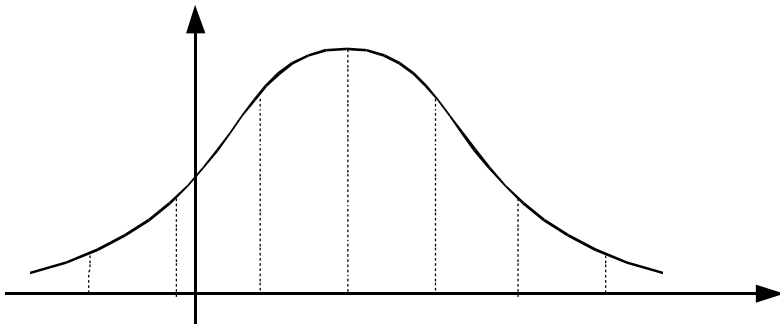


Рис. 5.2. Графік щільності нормального розподілу

На графіку точка a – це і є математичне сподівання випадкової величини x .

Основні властивості нормального розподілу:

1. Нормальна крива має форму, схожу на дзвін, і симетрична відносно прямої $x = M [X]$;
2. Нормальний розподіл повністю визначається двома параметрами: математичним сподіванням $M [X]$ та стандартним відхиленням $\sigma [X]$ випадкової величини;
3. Щільність ймовірностей нормального розподілу випадкової величини визначається формулою:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{(x - M[x])^2}{2\sigma^2}}, \quad (5.10)$$

де $\pi = 3,14$, і $e = 2,72$ – відомі математичні константи;

4. Нормальний розподіл підкоряється правилу «трьох сигм»: з імовірністю 0,99 (практично з одиничкою) нормально розподілена випадкова величина потрапляє в інтервал $[M[x]-3\sigma; M[x]+3\sigma]$;

5. Значну кількість експериментальних спостережень можна успішно описати за допомогою нормального розподілу (антропометричні виміри, сила м'язів, спортивний результат у плаванні чи у стрибках, будь-які фізіологічні параметри).

На всі ці величини впливає багато різних факторів (природні причини чи помилки вимірів), і дослід показує, що саме в таких випадках результати матимуть нормальний розподіл. Іншими словами, такі випадкові величини підпадають під дію **закону великих чисел**, суть якого полягає в тому, що середнє значення величезної маси випадкових величин, кожна з яких майже однаково незначним чином впливає на результат, практично перестає бути випадковим, тобто з імовірністю, близькою до одиниці, набуває заздалегідь відомого (середнього) значення.

Водночас можна відмітити, що у природі зустрічається багато експериментальних розподілів, для характеристики яких модель нормального розподілу не підходить. Для цього в теорії ймовірності розроблено ряд методів (F-розподіл, біноміальний розподіл, x-розподіл, розподіл Пуассона та інші).

Питання для самостійного опрацювання

1. Як виникла теорія ймовірності?
2. Що називають подією?
3. Які події називають вірогідними (достовірними), невірогідними (неможливими) та випадковими?
4. Що є предметом вивчення теорії ймовірності?

5. Які події називають елементарними, сумісними, несумісними та рівно можливими?
6. Наведіть класичне визначення ймовірності.
7. Сформулюйте властивості ймовірності A .
8. Чим відрізняються ймовірність і частота виникнення події A ?
9. Дайте визначення дискретної та неперервної випадкових величин, наведіть приклади.
10. Що таке закон нормального розподілу випадкових величин? Як його можна виразити?
11. Як записується функція розподілу неперервної випадкової величини?
12. Наведіть визначення основних числових характеристик випадкової величини.
13. За якими формулами обчислюється математичне сподівання, дисперсія та середнє квадратичне відхилення випадкової величини?
14. Що таке закон нормального розподілу? Які він має властивості?

Розділ 6. ЕМПІРИЧНІ РОЗПОДІЛИ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЧИСЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обсяг об'єктивних показників, які відображають тренувально-змагальний процес сучасного спорту, постійно збільшується. Такі показники – це різного роду спортивні результати, медичні аналізи, біохімічні проби, психофізіологічні тести тощо. Дати реальну оцінку цим великим масивам інформації, ретельно проаналізувати їх, зробити науково обґрунтовані висновки допомагають методи такої важливої для спорту науки, як математична статистика. Найчастіше ці методи застосовують для побудови математичних моделей, розроблених за теорією ймовірності.

Як наука з власними дослідницькими методами та правилами статистика виникла лише у ХХ столітті. Але окремі питання розглядалися задовго до цього. Передусім статистика була «державною арифметикою» (бо саме слово «статистика» походить від латинського **status** – держава). З давніх часів статистику використовували, щоб інформувати правителів держав про розмір податків, які можна зібрати з підданих або про кількість солдат, на яких можна розраховувати у воєнні часи. У Китаї облік населення проводився ще чотири тисячі років тому. Першою працею, з якої починається історія статистики як галузі наукового знання, вважають книгу Джона Граунта, видану в 1662 році і присвячену вивченню методів визначення складу населення за віком шляхом аналізу смертності. В історії статистики, як і в історії теорії ймовірності, багато парадоксів і цікавих фактів. Згідно з одним жартом, у 1901 році 33 % студенток Гарвардського університету вийшли за своїх викладачів. Насправді

в той час в університеті навчалось лише 3 дівчини, одна з яких і вийшла заміж за свого професора. Тобто це твердження є правильним, але дещо вводить в оману.

Статистика має три напрямки:

- 1) збір статистичних даних;
- 2) статистичні дослідження даних;
- 3) розробка засобів статистичного дослідження та аналізу.

Останній напрямок і становить власне зміст математичної статистики.

Можемо дати таке загальне визначення:

Предметом вивчення математичної статистики є розробка методів збору та обробки статистичних даних для отримання наукових і практичних висновків.

Розвиток математичної статистики наприкінці XIX – початку XX століть пов'язаний з іменами математиків П. Л. Чебишева, А. А. Маркова, О. М. Ляпунова, К. Гауса, К. Пірсона та інших. У XX столітті найбільший вклад у цю науку зробили Є. Є. Слуцький, А. Н. Колмогоров, К. Пірсон, Ю. Нейман, А. В. Скороход.

Дані, які вивчає математична статистика, можна поділити на **якісні** (колір волосся, національність, стать, належність до команди тощо) та **кількісні** (результат на змаганнях, вік, вага тощо).

Початковим матеріалом для статистичного дослідження реального явища є результати спостережень за ним або результати спеціальних випробувань. Такий масив результатів становить собою велику кількість різних факторів, деякі з них суттєві, а інші – неважливі.

Методи математичної статистики дають змогу відобразити всю цю множину різних даних у компактному, зручному для дослідження та аналізу вигляді. Вони дозволяють вилучити суттєву інформацію з великої

кількості спостережень, відобразити її у вигляді невеликої системи зведених показників. Якщо виявляється, що наявних даних не досить для розуміння суті явища і потрібна серія додаткових експериментів, то методи математичної статистики використовують для проведення експериментів.

Таким чином **математична статистика** розробляє засоби статистичного спостереження та аналізу різних даних. Методи математичної статистики дають змогу відобразити множину результатів спостережень у зручному для дослідження вигляді.

Групу чисел, що належить до однієї ознаки, називають **статистичною сукупністю**.

Кожний елемент такої сукупності називають **варіантою** (позначається латинськими буквами, наприклад, x або z), кількість повторень варіанти в сукупності – **частотою** (позначається латинською буквою n_i , де i – це індекс), а загальну кількість частот називають **обсягом сукупності** (позначається великою латинською буквою N).

Експериментальні (емпіричні) дані – це найчастіше невпорядкований масив чисел, який реєструється в міру отримання результатів експерименту чи спостереження за будь-яким явищем. Такі масиви дуже важко обробляти й робити які-небудь висновки. Тому дослідникові, який має первинну статистичну сукупність даних, необхідно перетворити її у певну систему для дослідження. Найчастіше це перетворення виконується шляхом групування та ранжування – розміщення чисел у порядку збільшення чи зменшення. За допомогою цього початкова числова сукупність перетворюється у **варіаційний ряд** – подвійний числовий ряд, який виявляє зв'язок між

числовими значеннями досліджуваної ознаки та повторенням їх у вибірці (частотою).

Варіаційні ряди записують або в два стовпчики (ліворуч – варіанти, праворуч – частоти), або в два рядки (вгорі – варіанти, знизу – частоти).

Варіаційні ряди можуть бути:

1) інтервальні (коли частоти розподіляються за інтервалом, тобто кожна варіанта виражається інтервалом – межами значень від ...і до ...);

2) безінтервальні чи **дискретні** (коли частоти розподіляються безпосередньо за значеннями змінної ознаки, тобто кожному варіанту виражено одним числом).

Часто використовують ще одну характеристику варіаційного ряду – **накопичену частоту**. Це число, отримане послідовним сумуванням частот у напрямку від першого до останнього.

Приклад. Для вивчення спеціальної фізичної підготовленості спортсменів-стрибунів на лижах з трампліна вимірювалась висота стрибків (у сантиметрах) із навантаженням 8 кг у положенні розгону:

40,2 38,4 41,8 41,8 43,2 40,2 41,0 42,6 41,8 40,2 41,0 38,4
38,4 42,6 41,8 41,0 38,4 40,2 43,2 42,6 40,2 38,2 41,8 41,8

Ці емпіричні дані записані в міру надходження. Перетворимо їх на безінтервальний варіаційний ряд способом групування та ранжування і запишемо в два рядки:

x_i	38,4	40,2	41,0	41,8	42,6	43,2
n_i	4	5	4	6	3	2

Така система вже дозволяє робити висновки про розподіл досліджуваної ознаки – спеціальної фізичної підготовленості у 24-х (це повний обсяг сукупності) стрибунів на лижах з трампліну: індекс і (кількість частот) дорівнює 6, найдовший стрибок на 43,2 см повторюється

два рази, найменший 38,4 см – виконали 4 спортсмени і так далі.

Аналіз варіаційних рядів значно спрощується у графічному зображенні. Існує три основні варіаційні графіки (рис. 6.1): **полігон**, **гістограма** та **кумулята**.

Графіки на рисунку 6.1 побудовані для числових даних прикладу.

Полігон частот утворюється ламаною лінією, що з'єднує точки, які відповідають середнім значенням інтервалів групування та частотам цих інтервалів.

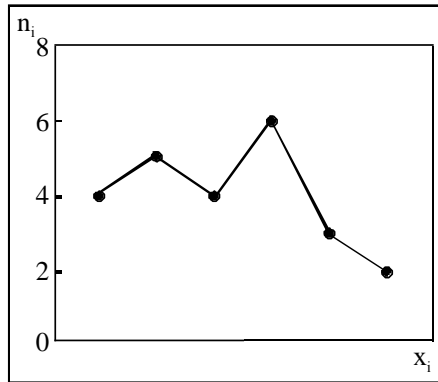
Гістограма використовується для графічного зображення розподілу ознак, які змінюються. Основа кожного прямокутника дорівнює ширині інтервалу групування, а висота така, що площа прямокутника пропорційна частоті попадання в цей інтервал. Площа гістограми частот дорівнює повному обсягу вибірки.

Полігон частот використовується для зображення розподілу як неперервних, так і дискретних ознак, причому він кращий для неперервних розподілів, ніж гістограма.

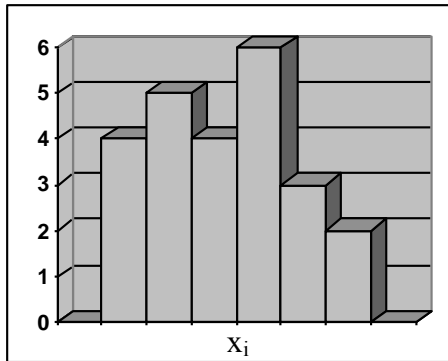
Кумулята (чи полігон накопичених частот) отримується, коли з'єднуються відрізками прямі точки, координати яких відповідають верхнім межах інтервалів групування та накопиченим частотам. На практиці кумулята використовується найчастіше для зображення дискретних даних.

Варіаційні ряди та їх графіки дають наочне зображення того, як змінюється ознака в сукупності. Але цього не досить для повної характеристики розподілу. Найбільше практичне значення мають числові характеристики положення розсіювання та асиметрії емпіричних розподілів, які потребують обчислення за математичними формулами.

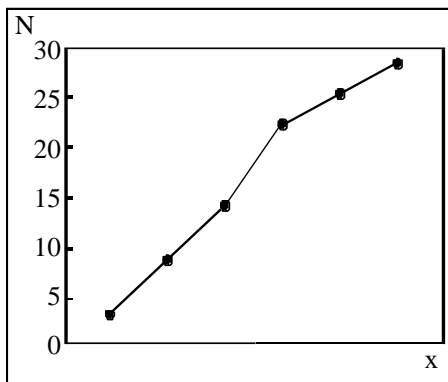
Спочатку розглянемо **характеристики положення**.



а) полігон



б) гістограма



в) кумулята

Рис. 6.1. Графічне зображення варіаційних рядів

Середня арифметична величина \bar{X} (читається «ікс середнє») – одна з основних характеристик варіаційного ряду та сукупності, яка є таким значенням досліджуваної ознаки, сума відхилень від якої інших значень дорівнює нулю. Обчислюється середня арифметична за допомогою:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i . \quad (6.1)$$

Можна використовувати й термін «середнє арифметичне значення».

Для нашого прикладу середнє арифметичне значення дорівнює:

$$\bar{X} = (38,4 \cdot 4 + 40,2 \cdot 5 + 41,0 \cdot 4 + 41,8 \cdot 6 + 42,6 \cdot 3 + 43,2 \cdot 2) : 24 = 40,99 \approx 41 \text{ (см)}.$$

Медіана (позначається **Me**) – це таке значення ознаки x , яке розташоване точно посередині варіаційного ряду (якщо варіаційний ряд має непарну кількість елементів) і є середнім арифметичним значенням між двома середніми елементами (якщо ряд має парну кількість елементів). Іншими словами, медіаною називається таке значення ознаки, коли одна половина значень менші за нього, а інша половина – більші. Широке використання цієї характеристики на практиці пояснюється простотою її отримання та незалежністю від форми розподілу емпіричних даних. Найважливішого значення, як центр розподілу, медіана набуває, у випадку різко асиметричних розподілів, коли середня арифметична величина немає практичної цінності. Наприклад, сукупність – це масив даних тренувального навантаження за місяць, у перший тиждень якого були інтенсивні за обсягом тренування, а протягом трьох наступних – досить помірні. Тоді значення середньої арифметичної та медіани будуть суттєво відрізнятись між собою. Для нашого прикладу $Me = X_{12,13} = 41,0$ (см).

Мода (позначається **Mo**) – це таке значення ознаки, яке має найбільшу частоту, тобто найчастіше повторюється в сукупності.

Для нашого прикладу модою буде варіанта $x_4 = 41,8$ (см), що має частоту $n_4 = 6$.

Необхідно зауважити, що середнє арифметичне значення, мода та медіана співпадають тільки у випадку симетричного унімодального (з одним максимумом) розподілу. Ці характеристики положення варіаційного ряду не дають повної інформації про змінну ознаку, бо два розподіли з однаковими середніми значеннями можуть мати різний діапазон розсіювання.

Вирівнювання протилежних значень і відхилень у «середньому», тобто сумування (групування) спостережень в одне значення має давні традиції.

Великий грецький драматург Есхіл писав у трагедії «Евменіди»: «Богів завжди до серця середина й міру поважає божество», а послідовники китайського філософа Конфуція говорили, що «нерухомість середнього – це найбільша довершеність». Математичне поняття «середнього» можна інтерпретувати будь-якими способами (арифметичне середнє, медіана тощо). Але в статистичних використаннях найважливішу роль мало і має в наш час саме середнє арифметичне значення.

Для повного аналізу розсіювання варіант навколо середнього арифметичного обчислюють так звані **характеристики розсіювання**: розмах, дисперсію, середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації.

Розмах варіації (позначається **R**) розраховується як різниця між максимальною та мінімальною варіантами вибірки:

$$R = X_{\max} - X_{\min}. \quad (6.2)$$

Як бачимо, розмах обчислюється дуже просто, і в цьому його головна і єдина привабливість. За розмахом легко оцінити, наприклад, наскільки відрізняються найкращий і найгірший результати у групі спортсменів (у нашому прикладі $R = 43,2 - 38,4 = 4,8$ (см)).

Дисперсія (позначається великою латинською літерою **D**) – це середній квадрат відхилення варіант від середньої арифметичної величини. Обчислюється дисперсія за формулою:

$$D = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 . \quad (6.3)$$

У цій формулі ми підсумовуємо не просто відхилення варіант від середньої арифметичної величини, а їх квадрати, бо просте підсумовування відхилень у різні сторони від середньої величини може дати нульову суму (варіанти є більші та менші за середнє арифметичне значення). Відхилення підносять у квадрат, а потім підсумовують, тому дисперсія вимірюється у квадратних одиницях (на це вже ми звертали увагу в теорії ймовірності).

Якщо розрахувати дисперсію для попереднього числового прикладу, то вона становитиме:

$$D = 51,86:24 = 2,24 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Стандартне чи середнє арифметичне відхилення (позначається маленькою грецькою літерою σ «сигма») – це додатний квадратний корінь із дисперсії:

$$\sigma = \sqrt{D} . \quad (6.4)$$

Для нашого прикладу $\sigma = \sqrt{2,24} \approx 1,49$ (см).

Розмірність стандартного відхилення на відміну від розмірності дисперсії співпадає з одиницями виміру досліджуваної ознаки, тому у практичній статистиці для

характеристики розсіювання частіше використовують стандартне відхилення, а не дисперсію.

Досить часто у практичних дослідженнях виникає потреба порівняти міру зміни ознак, які мають різні одиниці виміру. Тому в математичній статистиці використовується відносний показник, який вимірюється у відсотках і має назву **коефіцієнта варіації**. Обчислюють цей коефіцієнт за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (6.5)$$

Коефіцієнт варіації показує, яку частину складає середнє квадратичне відхилення (фактор розсіювання) від середньої арифметичної величини. За аналогією до біологічних досліджень вважають, що група показників, коефіцієнт варіації яких не перевищує 10-15 %, – це стабільні виміри, які мало відрізняються один від одного, однорідні й однотипні. Якщо ж коефіцієнт варіації більший 10-15 %, то група розсіяна й неоднорідна.

Для числового прикладу, який ми розглядали вище, коефіцієнт варіації становить:

$$V = (1,46:41) \cdot 100\% = 4\% \text{ (група однорідна).}$$

Крива емпіричного розподілу не завжди має ідеальну форму дзвону (нормальну форму) та не завжди симетрична. Для багатьох розподілів характерним є зрушення кривої ліворуч або праворуч. У зв'язку з цим розрізняють лівобічну та правобічну асиметрію, які характеризуються показником скошеності (коефіцієнтом асиметрії) – **мірою скошеного розподілу**:

$$Sk = \frac{\bar{X} - Mo}{\sigma}. \quad (6.6)$$

Якщо знак цього виразу від'ємний, асиметрія правобічна, якщо додатний – лівобічна. Цей коефіцієнт коливається в межах від -3 до $+3$.

Крім асиметричності криві розподілу мають характеристику, яка оцінює вигляд вершини кривої – гостра вона чи ні. Ця характеристика має назву **величини ексцесу**, яка розраховується за формулою:

$$E_x = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{\sigma^4} - 3 \quad (6.7)$$

Розподілам більш гостро вершинним, ніж нормальний відповідає позитивний ексцес, а більш плосковершинним – від'ємний.

Загальний вигляд різних за формою кривих розподілу наведено на рис. 6.2.

У визначенні основних характеристик емпіричного розподілу і полягає зміст одного з найважливіших методів статистики – **методу середніх величин**.

Ми практично вже знайшли всі характеристики розподілу для числового прикладу. Подамо тепер наші дії у вигляді алгоритму.

Алгоритм вирішення завдання за методом середніх величин:

1. Початкові емпіричні дані перетворити на варіаційний ряд.

Дані: 40,2; 38,4; 41,8; 41,8; 43,2; 40,2; 41,0; 42,6; 41,8; 40,2; 41,0; 38,4; 38,4; 42,6; 41,8; 41,0; 38,4; 40,2; 43,2; 42,6; 40,2; 38,2; 41,8; 41,8.

Варіаційний ряд:

x_i	38,4	40,2	41,0	41,8	42,6	43,2
n_i	4	5	4	6	3	2

2. Знайти моду та медіану розподілу: $M_o = 41,8$; $M_e = 41,0$.

3. Обчислити середню арифметичну величину за формулою (6.1):

$$\bar{X} = 983,6:24 = 40,99 \approx 41 \text{ см.}$$

4. Знайти дисперсію та середнє квадратичне відхилення за формулами (6.3) та (6.4):

$$D = 51,86:24 = 2,24 \text{ (см}^2\text{)} \text{ і } \sigma = \sqrt{2,24} \approx 1,49 \text{ (см).}$$

5. Знайти коефіцієнт варіації за формулою (6.5):

$$V = (1,46:41) \cdot 100\% = 4\%.$$

6. Зробити висновки:

Середнє значення показника – висота стрибка у висоту з місця з навантаженням 8 кг у положенні розгону, що характеризує спеціальну фізичну підготовленість стрибунів на лижах з трампліна, дорівнює 41 см. Більшість значень цього параметру у групі спортсменів з 24 осіб розташована в інтервалі від 39,41 до 42,39 см, але чотири спортсмени показали менший результат, рекомендується поліпшити їх спеціальну фізичну підготовленість (інтенсивні тренування вибухової сили тощо). Двоє спортсменів демонструють кращі результати, для них потрібні інші навантаження (тільки для цього параметру). Сукупність результатів однорідна, бо коефіцієнт варіації менший 10 %.

Метод середніх величин дозволяє вирішувати різні практичні завдання, такі як класифікація параметрів, введення норм, порівняння ознак, статистична оцінка тощо. Наприклад, порівнюючи експериментальну та контрольні групи, можна з'ясувати наскільки досліджувана ознака чи якість буде більшою (меншою) в експериментальній групі.

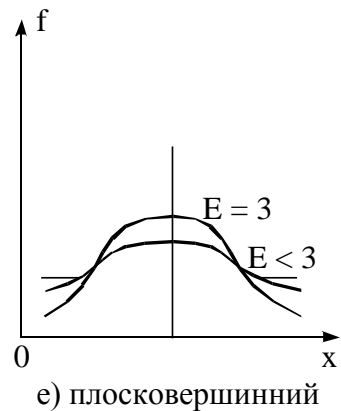
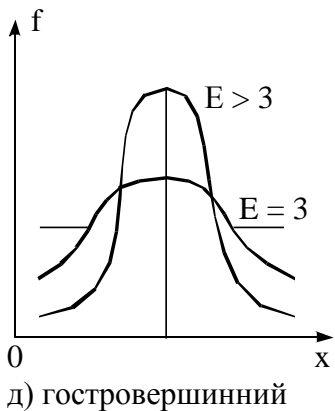
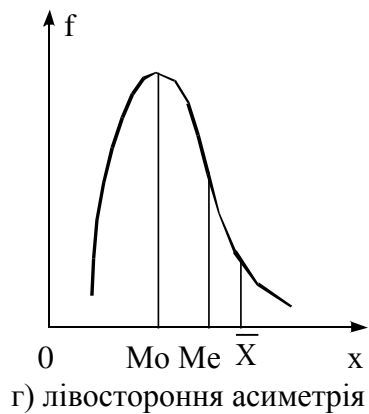
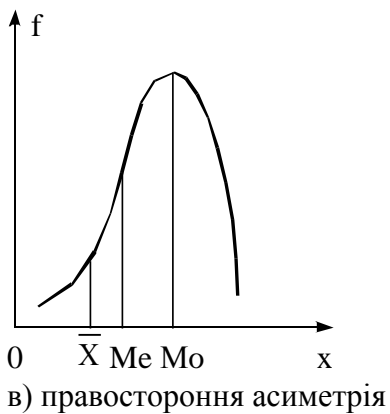
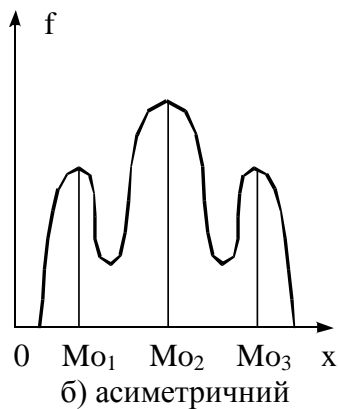
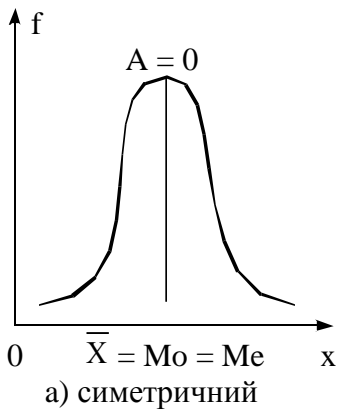


Рис. 6.2. Види форм розподілу

Порівнюючи групу випробуваних за будь-якою якістю з перебігом часу, можна оцінити динаміку цієї якості за віком або кваліфікацією спортсменів. Як правило, характеристики варіаційного ряду (чи іншими словами, методу середніх величин) становлять основу для введення різних класифікаційних норм і стандартів у фізичній культурі та спорті.

Питання для самостійного опрацювання

1. Що є предметом вивчення математичної статистики?
2. Які дані вивчає математична статистика?
3. Що називають статистичною сукупністю?
4. Що таке варіанта, частота та обсяг сукупності?
5. Що таке варіаційні ряди, які вони бувають?
6. Побудуйте графіки варіаційного ряду, дайте їм характеристику.
7. Наведіть формули основних характеристик варіаційного ряду, поясніть їх.
8. Сформулюйте алгоритм дослідження сукупності методом середніх величин. Які спортивні завдання він допомагає вирішувати?

Розділ 7. ОЦІНКА ГЕНЕРАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ

Розробляючи будь-яку нову методику тренування, тренер завжди реалізує свої дослідження в конкретній групі спортсменів. Як правило, ця група нечисленна. Зробивши корекцію змісту тренувального процесу, тренер робить припущення, що розроблена ним методика придатна і для інших груп спортсменів, які схожі з першою за основними ознаками (вік, спортивна кваліфікація тощо). Можна також припустити, що ця методика буде придатною і для дуже широкої категорії спортсменів тієї ж кваліфікації та фізичної підготовленості. Таким чином, важливу для тренера інформацію, яку отримано на певній групі спортсменів, бажано перенести на більшу кількість об'єктів. Така ситуація виникає, коли необхідно розробити будь-який психофізіологічний тест або зробити біохімічні аналізи. Досить, наприклад, визначити життєву ємність легенів у групі спортсменів-легкоатлетів одного віку, що мають I розряд, щоб припустити, що у більшості спортсменів-легкоатлетів I розряду цей показник буде приблизно таким же.

Подібне завдання – перенесення інформації, отриманої на невеликій кількості об'єктів, на більшу сукупність у загальному вигляді вирішене математичною статистикою і відоме під назвою **вибіркового методу**.

Суть цього методу в тому, що із загальної сукупності об'єктів, які об'єднані будь-якою ознакою (така сукупність має назву **генеральної**), відокремлюється частка – **вибірка**, яка досліджується. Припускається, що вибірка з певною ймовірністю відображає (**репрезентує**) генеральну сукупність, якщо її елементи вибрані випадково та в

достатній кількості. Модель випадкової вибірки висуває до неї такі вимоги:

- кожний з об'єктів генеральної сукупності повинен мати однакову ймовірність потрапити у вибірку;
- всі виміри, які потрапили у вибірку, повинні бути незалежними, тобто результати наступних вимірів не залежать від попередніх вимірів.

Завжди потрібно чітко визначати, що вважати генеральною сукупністю, її склад і кількість елементів залежить від природи об'єктів і мети дослідження. Якщо в дослідженні беруть участь всі без винятку об'єкти, то таке дослідження називають повним, але це є нетиповим для спортивної практики. Частіше використовують саме вибіркові дослідження.

Виділяють два методи відбору елементів вибірки – з повторенням і без повторення. У першому випадку кожний елемент генеральної сукупності, який потрапив у вибірку, повертається в генеральну сукупність і може знову взяти участь у відборі. Якщо відбір елементів здійснюється без повторення, то кожний елемент, який потрапив у вибірку, більше не бере участі у відборі. Розглянемо їх докладніше, бо питання організації вибіркової сукупності для дослідження у спортивній практиці має важливе значення:

1. Жеребкування – найпоширеніший спосіб у спорті, коли треба відібрати невелику кількість об'єктів. Якщо, наприклад, треба відібрати групу з 20 елементів з генеральної сукупності обсягом 100 елементів, то можна приготувати картки, з яких 20 будуть якимось способом помічені, а інші – порожні. Потім усім особам пропонується взяти картки. Таким чином ми отримуємо необхідну вибірку з 20 елементів.

2. За допомогою таблиці випадкових чисел – спеціальної математичної таблиці, де числа записані у

послідовності, яка забезпечує їх випадкову появу (додатки, таблиця 1). Користуватися такою таблицею просто. Кожне число в таблиці п'ятизначне. Припустимо, що з групи 50 спортсменів треба суто випадково відібрати 7 осіб. Оскільки число 50 складається з двох цифр, будемо розглядати в кожному стовпчику таблиці лише перші дві цифри. Послідовно розглядаючи всі числа у першому стовпчику, випикуємо ті з них, які є не більше 50: 44, 17, 30, 22, 16, 21, 42. Спортсмени, які мають відібрані порядкові номери, і братимуть участь у вибірці.

3. Механічний вибір – коли з генеральної сукупності відбирається кожний десятий або тридцятий елемент, залежно від того, яка кількість об'єктів має увійти у вибірку.

4. Типовий вибір – коли вся генеральна сукупність розбивається на групи за якоюсь ознакою, і з кожної групи першим, другим або третім способом відбираються елементи, які в сумі й дадуть вибірку.

5. Серійний вибір – коли генеральна сукупність розбивається на групи, які називаються серіями, а потім із загальної кількості серій вибирається потрібна кількість для повного дослідження. Наприклад, для дослідження фізичного розвитку молодших школярів міста можна вибрати у різних районах декілька початкових класів, з яких і сформувати вибірку.

Ускладнення для дослідника становить отримання оптимального обсягу вибірки, бо якщо він буде великий – вибірка буде точніше відображати генеральну, але складніше стане її аналізувати. Існують спеціальні математичні формули для знаходження необхідного обсягу вибірки, залежно від умов конкретного дослідження. Досить репрезентативною в математичній статистиці вважається вибірка кількістю 30 елементів – такий обсяг

зручний для дослідження та відповідає закону великих чисел і закону нормального розподілу випадкових величин.

Після того, як ми навчилися в попередньому розділі математично виражати характеристики будь-якого емпіричного розподілу, повернемося до питання оцінки всієї генеральної сукупності за допомогою вибірових показників. Як ми вже з'ясували, для вирішення цієї проблеми в математичній статистиці існує вибіровий метод. Основною метою цього методу є пошук двох показників, які повністю характеризують генеральну сукупність:

- середньої арифметичної генеральної сукупності ($\bar{X}_{\text{ген}}$);
- середнього квадратичного відхилення генеральної сукупності ($\sigma_{\text{ген}}$).

Надалі будемо користуватися такими поняттями:

- **помилка репрезентативності (m)** – характеризує різницю між значеннями генерального та вибірового параметрів і виникає лише тому, що не всі об'єкти генеральної сукупності потрапляють у вибірку;
- **надійність або повна ймовірність (p)** – відображає коректність сформованої вибірки;
- **рівень значущості (α)** – величина, яка доповнює надійність до одиниці: $\alpha = 1 - p$.

У спортивній практиці найчастіше використовують три рівні значущості чи надійності:

$$\alpha = 0,05 (p = 0,95); \alpha = 0,01 (p = 0,99); \alpha = 0,001 (p = 0,999).$$

У кожному конкретному випадку (дослідженні) до початку вимірів та обчислень визначають ту чи іншу надійність, яка є необхідною для точності результатів. Як правило, надійність на обраному рівні забезпечується достатнім обсягом вибірової сукупності. У результаті,

надійність та обсяг вибірки повинні бути зв'язаними між собою. Англійський статистик **Вільям Госсет**, який створював свої наукові праці під псевдонімом **Стьюдент** (працював у Дубліні на пивоварному заводі Гінесса, і його начальник наполягав на тому, щоб він писав під псевдонімом), дослідив цей зв'язок на основі властивостей закону нормального розподілу випадкових величин. Результатами його дослідження стали таблиці, де кожному значенню надійності відповідає обсяг вибіркової сукупності. Інакше кажучи, таблиці Стьюдента несуть інформацію для знаходження так званого **критерію надійності** (у статистиці позначається маленькою латинською літерою **t**).

Інтервал, у якому перебуває параметр генеральної сукупності, який оцінюється (середнє арифметичне значення $\bar{X}_{\text{ген}}$) називається **надійним (довірчим) інтервалом** і має вигляд:

$$\bar{X}_{\text{виб}} - m \cdot t < \bar{X}_{\text{ген}} < \bar{X}_{\text{виб}} + m \cdot t, \quad (7.1)$$

де помилка репрезентативності **m** обчислюється за формулою:

$$m = \frac{\sigma_{\text{виб}}}{\sqrt{n-1}}, \quad (7.2)$$

де **n** – обсяг вибірки, якщо $n \leq 30$ і за формулою:

$$m = \frac{\sigma_{\text{виб}}}{\sqrt{n}}, \quad (7.3)$$

якщо обсяг вибірки більше 30 і за формулою:

$$m = \frac{\sigma_{\text{виб}}}{\sqrt{n-1}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}, \quad (7.4)$$

якщо відомий обсяг генеральної сукупності **N**.

Знайдена за будь-якою з наведених формул помилка репрезентативності фактично вказує на те, як ми

помиляємося у визначенні середнього арифметичного генеральної сукупності, коли замість генеральної сукупності досліджуємо вибірку.

Іноді добуток $m \cdot t$ називають абсолютною похибкою, як деякий показник помилки репрезентативності та надійності.

Теорію інтервального оцінювання було розроблено незалежно один від одного в основному двома математиками Г. Фішером (1890–1962) і Е. Нейманом (1894–1981) у період з 1925 по 1935 роки.

Можемо тепер узагальнити наведене вище таким чином. Щоб знайти середнє арифметичне генеральної сукупності ми створюємо вибірку, досліджуємо її методом середніх величин, знаходимо помилку репрезентативності та, обравши надійність, знаходимо необхідний критерій надійності за таблицею Стьюдента. Отримані параметри підставляємо у формулу 7.1) і отримуємо межі, в яких повинна перебувати величина середнього арифметичного генеральної сукупності, яке ми шукали.

Ця послідовність математичних операцій і є вибіркоким методом, який у спортивній практиці застосовується головним чином для знаходження **модельних характеристик** тренувально-змагальної діяльності.

Розглянемо реалізацію вибіркового методу на прикладі зі спортивної практики.

Приклад. Підготувати основу для модельної характеристики функціональних систем спортсменів-легкоатлетів (бігуни на 1500 м, які мають І розряд) за показником життєвої ємності легенів, якщо є емпіричні дані обстеження 30 легкоатлетів.

Записуємо як алгоритм послідовних дій:

1. Первинні дані обстеження та обчислення проміжних параметрів можна оформити у вигляді таблиці:

	x_i	n_i	$x_i \cdot \bar{X}$	$x_i - \bar{X}$	$(x_i - \bar{X})^2$	$(x_i - \bar{X})^2 \cdot n_i$
	5,0	3	15,0	-0,2	0,04	0,12
	5,1	8	40,8	-0,1	0,01	0,08
	5,2	9	46,8	0	0	0
	5,3	7	37,2	0,1	0,01	0,07
	5,5	2	11,0	0,3	0,09	0,18
	5,6	1	5,6	0,4	0,16	0,16
Σ		30	156,3	-	-	0,61

2. Знаходимо характеристики вибірки за методом середніх величин:

- середнє арифметичне значення: $\bar{X} = 5,20$ (л);
- дисперсію: $D = 0,02$ (л²);
- середнє квадратичне відхилення: $\sigma = 0,14$ (л).

3. Знаходимо помилку репрезентативності за формулою (5.2):

$$m = 0,03.$$

4. Вибираємо надійність **p** на рівні 0,95 і знаходимо критерій надійності **t** за таблицею Стьюдента. Він дорівнює 2 (для сукупності обсягом 30 елементів).

5. Добуток $m \cdot t = 0,03 \cdot 2 = 0,06$ і тоді надійний інтервал має вигляд:

$$5,2 - 0,06 \leq \bar{X}_{\text{ген}} \leq 5,2 + 0,06,$$

$$\text{або } 5,14 \leq \bar{X}_{\text{ген}} \leq 5,26.$$

6. Висновок:

Модельною характеристикою функціонування системи легкоатлетів, бігунів на 1500 метрів, які мають I розряд, за параметром ЖЄЛ є інтервал від 5,14 л до 5,26 л з вірогідністю 95 відсотків.

Необхідно зробити ще одне зауваження щодо середнього значення генеральної сукупності: воно є невідомим, але фіксованим параметром, і межі надійного

інтервалу, які отримано на випадковій вибірці обсягу n , будуть також випадковими величинами. Коли йдеться про 95-відсоткову вірогідність (імовірність), це означає, що приблизно в 95 % випадках фіксоване, але невідоме значення $\bar{X}_{\text{ген}}$ буде знаходитись у межах надійного інтервалу.

Питання для самостійного опрацювання

1. Що таке генеральна та випадкова сукупність?
2. Які вимоги висуваються до формування вибірки?
3. Назвіть методи та способи організації вибірки.
4. У чому суть вибіркового методу?
5. Що таке помилка репрезентативності, за якими формулами вона обраховується?
6. Що таке надійність і рівень значущості?
7. Яке значення має надійність розрахунків для спортивних досліджень?
8. Як обчислюється абсолютна похибка?
9. Що таке критерій надійності?
10. Як записати надійний (дійсний) інтервал?
11. Наведіть алгоритм дослідження за вибіркоким методом.
12. Які питання спортивної діяльності вирішуються за допомогою вибіркового методу?

Розділ 8. СТАТИСТИЧНІ ГІПОТЕЗИ ТА КРИТЕРІЇ ЇХ ПЕРЕВІРКИ

У цьому розділі буде розглянуто статистичні методи, що мають широке практичне використання в дослідницькій практиці спорту. Вони використовуються у всіх випадках, коли виникає необхідність перевірити певні теоретичні припущення, які пов'язані з ефективністю й удосконаленням тренувального процесу.

Шлях науки завжди йде від невідомих фактів до найбільш вірогідних і проходить через гіпотезу – припущення, бо саме гіпотеза є формою розвитку науки. Спочатку вчені припускають існування деяких зв'язків у досліджуваних фактах, потім перевіряють ці зв'язки за допомогою експерименту. Ця перевірка і призводить до формулювання нових законів, наукових теорій тощо.

Наукова гіпотеза – це вирішення проблеми, яке припускається дослідником, іншими словами, це – обгрунтоване й розумне припущення, яке має бути доведене або відкинуте. Наукові факти мають статистичну природу, бо, як правило, кожний факт узагальнює результати багатьох дослідів чи експериментів. Дослідник під час доведення свого припущення може перевірити й оцінити його за допомогою спеціальної статистичної гіпотези.

Статистичною гіпотезою називають припущення відносно статистичних характеристик результатів вимірів, що перевіряється математичними методами.

У математичній статистиці часто статистичною гіпотезою або просто гіпотезою називають твердження про розподіл генеральної сукупності, що відповідає деякому уявленню про досліджуване явище.

Позначається гіпотеза великою латинською буквою H : (твердження).

Припустимо, що нам відома (на основі дослідження) середня частота пульсу після виконання контрольного тесту у велосипедистів м. Києва, що мають 1-й розряд (позначимо її \bar{X}_1). Відоме також значення цього параметра в масштабі всієї країни – \bar{X}_0 . Таким чином, \bar{X}_1 – це характеристика вибірки (велосипедистів м. Києва, що мають 1-й розряд), а \bar{X}_0 – це характеристика генеральної сукупності (велосипедистів України, що теж мають 1-й розряд). Ми можемо припустити, що середня частота пульсу у киян не відрізняється суттєво від середнього значення частоти пульсу спортсменів у всій країні загалом. Тоді статистичну гіпотезу записуємо як $H: (\bar{X}_0 = \bar{X}_1)$.

Гіпотеза, відповідно до якої відсутня різниця між сукупностями, що порівнюються (у цьому випадку – між генеральною сукупністю та вибіркою), називається *нульовою гіпотезою* (позначається H_0).

Протилежна гіпотеза, відповідно до якої є різниця між сукупностями (тобто, $\bar{X}_1 < \bar{X}_0$ або $\bar{X}_1 > \bar{X}_0$) називається *альтернативною гіпотезою* (позначається H_1).

Таким чином, спочатку формулюється нульова гіпотеза про те, що різниця між сукупностями дорівнює нулю (або пояснюється лише випадковими помилками). Потім отримують вибірку або кілька вибірок, на яких і проводять дослідження. І, якщо вибіркові параметри не суперечать нульовій гіпотезі, вона зберігається. Якщо отриману різницю між результатами не вдається

пояснити тільки дією випадкових факторів, то нульова гіпотеза відхиляється, а застосовується альтернативна.

Як схвалення, так і відхилення гіпотез здійснюється за допомогою статистичних критеріїв (правил).

Статистичним критерієм називають правило, що забезпечує схвалення істинної та відхилення хибної гіпотези з визначеною ймовірністю.

Процедура перевірки гіпотези зводиться до того, що за вибірковими характеристиками обчислюють значення статистичного критерію, який має стандартний розподіл (тобто такий, який вже досліджений у математичній статистиці, а таких існує достатня кількість). Знайдене значення критерію порівнюють із граничним значенням, що береться з відповідних статистичних таблиць, і за результатами цього порівняння робиться висновок про схвалення або відхилення гіпотези.

У випадку, коли гіпотеза сформульована у вигляді $H: (\bar{X}_0 = \bar{X}_1)$, використовують *двобічний критерій*.

Якщо ж ми сформулюємо гіпотезу у вигляді $H: (\bar{X}_1 < \bar{X}_0 \text{ або } \bar{X}_1 > \bar{X}_0)$, то використовується *однобічний критерій*.

Помилки, що виникають під час формулювання та перевірки гіпотез, у статистиці розподіляють на два типи:

– *помилки першого роду* – це відхилення нульової гіпотези H_0 , коли вона є правильною;

– *помилки другого роду* – схвалення нульової гіпотези H_0 , коли насправді справедливою є альтернативна гіпотеза H_1 .

Ймовірність помилки першого роду позначається латинською літерою α – це, як нам вже відомо, рівень значущості. Іншими словами, рівень значущості

гіпотези – це відсоток тих маловірогідних випадків, які суперечать нульовій гіпотезі. Як уже зазначалося раніше, найпоширенішими рівнями значущості в спортивній практиці є три рівні:

$$\alpha = 0,05; \alpha = 0,01 \text{ і } \alpha = 0,001.$$

Тобто, якщо кажуть, що різниця вірогідна на 5%-му рівні значущості або для $\alpha < 0,05$, то мають на увазі, що ймовірність того, що вона все ж таки невірогідна, становить 0,05.

Якщо вказують, що різниця вірогідна на 1%-му рівні значущості або для $\alpha < 0,01$, то мають на увазі, що ймовірність того, що вона все ж таки невірогідна, становить 0,01. Аналогічно для $\alpha < 0,001$.

Ймовірність помилки другого роду позначається латинською літерою β і залежить від альтернативної гіпотези H_1 .

Визначення помилок I і II роду зручно виразити у такому вигляді:

Гіпотеза	Рішення	
	Схвалити H_0	Схвалити H_1
Справедлива H_0	Правильне з імовірністю $1-\alpha$	Помилкове з імовірністю α
Справедлива H_1	Помилкове з імовірністю β	Правильне з імовірністю $1-\beta$

Будь-яка гіпотеза повинна формулюватися, а рівень значущості виражатися дослідником завжди ще до того, як починається експеримент, у якому саме ця гіпотеза буде перевірятися. Питання про величину рівня значущості може вирішуватися по-різному залежно від мети та завдання дослідження.

Під час первинного проведення експерименту використовується, як правило, рівень $\alpha = 0,05$. Це 5-відсотковий рівень значущості.

Коли експеримент потребує підтвердження або коли досліджувана проблема є спірною, використовують одинвідсотковий або навіть 0,1-відсотковий рівень значущості. Здавалося б, що виходячи з наведеного, потрібно вибирати рівень значущості якомога менший. Але в цьому випадку знижується так звана потужність критерію та підвищується ймовірність помилки другого роду, тобто вірогідність того, що не буде відкинута неправильну альтернативну гіпотезу.

Іноді використовують ще й додаткові умови для вибору критерію значущості:

– Чи дорівнюють одне одному розміри вибірок, чи ні?

– Чи дорівнюють одна одній дисперсії вибірок, які порівнюються, чи ні?

– Чи однакові закони розподілу вибірок, що порівнюються?

Перша умова перевіряється простим порівнянням, а для перевірки другої використовують відповідні критерії, які вибирають аналогічно. Остання умова є вимогою майже будь-якого критерію, але ніколи реально не перевіряється, зважаючи на те, що вона забезпечена правильним формуванням вибірок.

Процедуру перевірки гіпотез легко подати у вигляді алгоритму.

Алгоритм перевірки статистичних гіпотез:

1. Формулювання нульової гіпотези H_0 , яку треба схвалити або відхилити.

2. Вибір рівня значущості α .

3. Визначення статистичних параметрів вибірок, на яких перевіряється гіпотеза.

4. Визначення статистичного критерію для перевірки гіпотези та знаходження його розрахункового значення.

5. Порівняння знайденого розрахункового значення критерію з граничним значенням (із таблиці) для означеного рівня значущості та певних обсягів вибірок.

6. Схвалення чи відхилення нульової гіпотези на основі цього порівняння. Якщо розрахункове значення критерію не перебільшує граничного значення, то гіпотеза приймається на визначеному рівні значущості α . Якщо ж обчислене розрахункове значення критерію виявляється більшим за граничне, то різниця між досліджуваними сукупностями залежить не лише від випадкових причин, і нульова гіпотеза відхиляється на користь альтернативної.

Усі статистичні критерії значущості можна поділити на три групи:

– Критерії, які використовують для перевірки гіпотез щодо параметрів розподілу генеральної сукупності, називають *параметричними*.

– Критерії, що не потребують знання параметрів розподілу і використовують відповідно до даних, які записано в шкалах найменування чи порядку. Такі критерії називають *непараметричними*.

– Критерії, що допомагають перевірити гіпотези про відповідність розподілу генеральної сукупності до теоретичної моделі, називають критеріями *згоди*.

Параметричні і непараметричні критерії мають вірогідність лише для нормально розподілених сукупностей. Якщо результати спостережень відхиляються від нормального розподілу, необхідно перевіряти гіпотезу про нормальність, для чого використовують критерії згоди. Ці критерії потребують великої обчислювальної роботи і ми не будемо докладно їх розглядати в нашому посібнику (зацікавлені зможуть

самостійно це зробити, скориставшись спеціальною літературою).

Зупинимося на параметричних і непараметричних критеріях докладніше.

ПАРАМЕТРИЧНІ КРИТЕРІЇ

Параметричні критерії використовують для вирішення питання про різницю або відповідність незалежних вибірових сукупностей, що взяті з однієї генеральної, або для вирішення питання про те, чи відрізняються вибіркові параметри від параметрів генеральної сукупності, з якої взято вибірку, чи згадувана різниця є випадковою?

У практиці фізичної культури і спорту найчастіше використовують два параметричні критерії – критерій Стьюдента та критерій Фішера.

Критерій Стьюдента

Умови використання критерію: вибірка отримана з генеральної, що має приблизно нормальний розподіл з параметрами $\bar{X}_{\text{ген}}$ та $\sigma_{\text{ген}}$, або обидві вибірки, що порівнюються, отримані з генеральних сукупностей X та Y , що мають приблизно нормальний розподіл з параметрами $\bar{X}_{\text{ген}}$, $\sigma_{X\text{ген}}$ та $\bar{Y}_{\text{ген}}$, $\sigma_{Y\text{ген}}$.

Нульова гіпотеза H_0 : ($\bar{X}_{\text{ген}} = \bar{Y}_{\text{ген}}$).

Альтернативна – H_1 : ($\bar{X}_{\text{ген}} < \bar{Y}_{\text{ген}}$ або $\bar{X}_{\text{ген}} > \bar{Y}_{\text{ген}}$).

Алгоритм застосування:

1. Приймається припущення про нормальність розподілу генеральних сукупностей X та Y , формулюються нульова H_0 та альтернативна H_1 гіпотези.

2. Визначають рівень значущості α .

3. Отримуються дві незалежні вибірки з генеральних X та Y обсягами n_x та n_y .

4. Обчислюються вибіркові параметри $\bar{X}_{\text{виб}}$, $\sigma_{X\text{виб}}$ та $\bar{Y}_{\text{виб}}$, $\sigma_{Y\text{виб}}$ методом середніх величин та помилки репрезентативності m_x та m_y за відповідними формулами.

5. Обчислюється розрахункове значення критерію Стьюдента за формулою:

$$t_p = \frac{|\bar{X}_{\text{виб}} - \bar{Y}_{\text{виб}}|}{\sqrt{m_x^2 + m_y^2}}, \quad (8.1)$$

де $\bar{X}_{\text{виб}}$ та $\bar{Y}_{\text{виб}}$ – середні арифметичні значення вибірок, m_x та m_y – помилки репрезентативності вибірок.

6. Обчислюється кількість ступенів волі (або розрахунковий обсяг):

$$k = n_x + n_y - 2. \quad (8.2)$$

За таблицею Стьюдента знаходиться граничне значення t_{2p} для визначеного рівня значущості та розрахункового обсягу k .

Розрахункове та граничне значення критерію Стьюдента порівнюються між собою і робиться висновок: якщо розрахункове значення критерію t_p не перевершує граничне t_{2p} (тобто: $t_p \leq t_{2p}$), нульова гіпотеза схвалюється і визначена різниця між сукупностями є статистично невірогідною. У протилежному випадку ($t_p > t_{2p}$) вибіркові середні значення суттєво відрізняються, і нульова гіпотеза відхиляється на користь альтернативної.

ПРИКЛАД. Контрольна та експериментальна групи плавців порівнюються за середньою швидкістю подолання дистанції (мс^{-1}). Оцінити результати порівняння.

Запишемо емпіричні дані у вигляді двох варіаційних рядів:

Контрольна група	x_i	1,55	1,58	1,60	1,63	1,65
	n_i	1	3	4	1	1
Експериментальна група	y_i	1,55	1,62	1,64	1,65	1,66
	n_i	1	2	3	3	1

Нульова гіпотеза має вигляд: $H_0: (\bar{X}_{\text{виб}} = \bar{Y}_{\text{виб}})$.

Рівень значущості $\alpha = 0,05$.

Знаходимо вибіркові параметри: $\bar{X}_{\text{виб}} = 1,60$ (мс^{-1});

$\bar{Y}_{\text{виб}} = 1,63$ (мс^{-1});

$\sigma_{X_{\text{виб}}} = 0,027$; $\sigma_{Y_{\text{виб}}} = 0,030$;

$m_x = 0,009$; $m_y = 0,010$.

4. Знаходимо розрахункове значення критерію Стюдента:

$$t_p = (1,60 - 1,63) : \sqrt{(0,009)^2 + (0,010)^2} = 2,3.$$

5. За таблицю Стюдента знаходимо граничне значення критерію для визначеного рівня значущості $\alpha = 0,05$ і розрахункового обсягу $k = 10 + 10 - 2 = 18$ (бо обсяги вибірок дорівнюють 10 елементам):

$$t_{zp} = 2,1.$$

6. Робимо висновок:

якщо $2,1 < 2,3$, тобто $t_p > t_{zp}$, то різниця між вибірками статистично вірогідна, за середньою швидкістю подолання дистанції контрольна та експериментальна групи відрізняються суттєво, і в експериментальній групі середня швидкість вища. Розсіювання приблизно однакове, тому можна вважати експеримент успішним.

Якщо, при порівнянні отримуємо $t_p < t_{zp}$ і різниця між вибірковими параметрами є статистично невірогідною, то цей факт наявний не лише у випадку співпадання вибірок, але може пояснюватись просто некоректністю вибірки, а саме її недостатньою кількістю. Тоді потрібно переглянути склад вибірових сукупностей і ще раз повторити експеримент.

ПРИКЛАД. З контрольної та експериментальної груп боксерів вибрано по 12 осіб, в яких вимірюється час простої реакції на специфічний подразник. Отримані результати – x_i – час реакції боксера (у мс), n_i – кількість спортсменів, що показали однаковий час, записані у вигляді варіаційних рядів:

Контрольна група: $n_1 = 12$

X_1	550	560	570	580	590
n_1	2	3	4	2	1

Експериментальна група: $n_2 = 12$

X_2	550	560	570	580	590
n_2	1	5	3	2	1

Методом середніх величин знаходимо параметри обох груп:

$$\bar{X}_1 = 568 \text{ мс}; D_1 = 135,6 \text{ (мс)}^2; \sigma_1 = 11,6 \text{ мс};$$

$$\bar{X}_2 = 568 \text{ мс}; D_2 = 119 \text{ (мс)}^2; \sigma_2 = 10,9 \text{ мс}.$$

Порівнюючи середні арифметичні обох груп, можна зробити висновок, що цей параметр не змінився в експериментальній групі, порівняно з контрольною, і очікуваного ефекту не відбулося. Тут критерій вірогідності повинен вказати на відсутність зміни, тобто ми повинні отримати невірогідність різниці вибірових середніх.

Проведемо розрахунок: $t_p = 0$, за таблицею Стьюдента $t_{zp} = 2,2$ (для надійності 0,95 та обсягів вибірок по 12 елементів): ($t_p < t_{zp}$, бо $0 < 2,2$, отже різниця між вибірками невірогідна.

У цьому випадку ми маємо деяку невизначеність або невірогідність різниці між середніми значеннями. Відсутність зміни і нова методика, що випробувалась експериментальною групою, неефективна, або вибіркова сукупність була не репрезентативною внаслідок свого малого обсягу. Щоб перевірити цю обставину, повернемося до початкових вимірів, зробивши вибірки з

більшої кількості елементів. При цьому залишмо незмінним сам експеримент, техніку його виконання та точність вимірів.

Знову запишемо емпіричні дані у вигляді варіаційних рядів:

Контрольна група (n = 40)							Експериментальна група (n = 40)								
x ₁	550	560	570	580	590	600	610	x ₂	550	560	570	580	590	600	610
n ₁	2	2	1	9	12	10	4	n ₂	8	14	7	5	3	2	1

1. Отримуємо параметри вибірок:

$$\bar{X}_1 = 588 \text{ мс}; D_1 = 194,5 \text{ (мс)}^2; \sigma_1 = 13,9 \text{ мс};$$

$$\bar{X}_2 = 568 \text{ мс}; D_2 = 237,5 \text{ (мс)}^2; \sigma_2 = 15,4 \text{ мс}.$$

Як бачимо, якщо кількість елементів вибірок збільшується до 40, середні арифметичні значення вже вірогідно відрізняються одне від одного. Експериментальна група була добре репрезентована і показала в обох випадках стабільну величину середньої реакції ($\bar{X}_2 = 568 \text{ мс}$). Контрольна ж група після збільшення кількості елементів показала інший результат ($\bar{X}_1 = 588 \text{ мс}$), тобто, її невелика за обсягом вибірка в 12 елементів недостатньо репрезентувала генеральну сукупність. Тепер має сенс визначити суттєвість зміни показників за допомогою статистичного критерію Стьюдента.

2. Знаходимо помилки репрезентативності за відповідною формулою:

$$m_1 = 2,21 \text{ мс}; \quad m_2 = 2,45 \text{ мс}.$$

3. Знаходимо розрахункове значення критерію за формулою (8.1):

$$t_p = (588 - 568) : \sqrt{(2,21)^2 + (2,45)^2} = 20 : 3,3 = 6,06.$$

4. За таблицею Стьюдента знаходимо граничне значення критерію t_{2p} для рівня значущості $\alpha = 0,05$ та $k = 40 + 40 - 2 = 72 - t_{2p} = 1,99$.

Висновок:

порівнюємо граничне та розрахункове значення: розрахункове значення критерію більше граничного – $6,06 > 1,99$, тому різниця вибірових середніх вірогідна – зміна в значеннях середніх величин суттєва, пояснюється закономірними, не випадковими обставинами і вказує на те, що нова методика дає вагомі зміни.

З наведеного прикладу стає ясно, що у випадку встановленої вірогідності різниці між вибіровими середніми величинами можна зробити висновок про суть та закономірності зміни в середніх величинах. У випадку невірогідності, такого висновку зробити не можна, тому виникають два шляхи: або продовжити дослідження за зміненою та поліпшеною з точки зору репрезентативності вибірковою сукупністю, або не користуватися цим методом зовсім. Кількість таких повторень в зміні вибірок залежить від умов експерименту і продиктована, як правило, можливістю збільшення обсягу вибіркової сукупності.

Критерій Фішера

Якщо необхідно перевірити гіпотезу про те, що дві незалежні вибірки отримані з генеральних сукупностей X та Y з дисперсіями D_x та D_y , то можна використовувати параметричний критерій Фішера.

Умови використання: обидві вибірки отримані з нормальних генеральних сукупностей. Нуль-гіпотеза: $H_0: (D_x = D_y)$, альтернативна: $H_1: (D_x > D_y \text{ або } D_x < D_y)$.

Алгоритм застосування:

1. Приймають припущення про нормальність розподілу генеральних сукупностей, формулюються нульова та альтернативна гіпотези.

2. Визначається рівень значущості α .

3. Отримують дві незалежні вибірки із генеральних сукупностей X та Y обсягами n_x і n_y відповідно.

4. Обчислюють значення вибірових дисперсій D_x та D_y за методом середніх величин. Більшу дисперсію позначають D_1 , меншу – D_2 .

5. Обчислюють значення F-критерію Фішера за формулою:

$$F_p = \frac{D_1}{D_2} \quad (8.3)$$

6. Порівнюють обчислене значення критерію з граничним значенням, знайденим за таблицею Фішера для визначеного рівня значущості та розрахункових обсягів:

$$n_x = n_1 - 1 \quad \text{і} \quad n_y = n_2 - 1.$$

7. Роблять висновок:

якщо обчислене розрахункове значення критерію більше або дорівнює граничному значенню ($F_p \geq F_{zp}$), то дисперсії суттєво відрізняються на обраному рівні значущості α . У протилежному випадку ($F_p \leq F_{zp}$) немає причин для відхилення нульової гіпотези про рівність двох дисперсій.

ПРИКЛАД. Порівняти показники стабільності виконання тесту на велоергометрі в контрольній та експериментальній групах велосипедистів-першорозрядників. Емпіричні дані після тесту:

Контрольна група: $n_1 = 30$

x_i	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,7
n_i	5	4	9	6	5	1

Експериментальна група: $n_2 = 30$

y_i	10,2	10,3	10,6	10,7	10,9	11,2
n_i	2	2	2	10	7	3

1. Знаходимо вибірові параметри:

$$\bar{X}_{\text{виб}} = 10,32 \text{ м/с}; D_{X_{\text{виб}}} = 0,022 \text{ (м/с)}^2;$$

$$\bar{Y}_{\text{виб}} = 10,72 \text{ м/с}; D_{Y_{\text{виб}}} = 0,064 \text{ (м/с)}^2.$$

2. Знаходимо розрахункове значення критерію Фішера, вважаючи $D_1 = D_{Y_{\text{виб}}}$, $D_2 = D_{X_{\text{виб}}}$:

$$F_p = \frac{D_1}{D_2} = \frac{0,064}{0,022} = 2,9.$$

3. Вибираємо надійність $P = 0,95$ і за таблицею значень критерію Фішера знаходимо граничне значення критерію для обсягів вибірок $n_1 = n_2 = 30$: $F_{cp} = 1,9$.

4. Порівнюємо граничне та розрахункове значення критерію Фішера: $2,9 > 1,9$.

5. Робимо висновок:

дисперсії відрізняються суттєво, бо розрахункове значення критерію перевершує граничне значення, нульова гіпотеза відхиляється на користь альтернативної, різницю між групами за фактором стабільності виконання тесту на велоергометрі можна вважати статистично вірогідною – стабільність результатів у контрольній групі вища.

НЕПАРАМЕТРИЧНІ КРИТЕРІЇ

Критерії Стьюдента та Фішера, як уже зазначалося раніше, належать до типу параметричних критеріїв. Останнім часом математична статистика інтенсивно розробляє непараметричні методи, що базуються на використанні мізерної кількості припущень. Розглянемо деякі з таких методів, в яких використовуються порядкові номери вибірових значень. Спочатку зробимо кілька зауважень про поняття «ранг».

Як відомо, ранг будь-якого значення у вибірці повністю визначений своїм порядковим номером, якщо у вибірці немає однакових значень, тобто всі значення відрізняються один від одного. Якщо ж однакові значення є, то ранг обчислюється як середнє арифметичне значення порядкових номерів цих значень, що співпадають. Нехай, наприклад, отримано вибірку

обсягом 10 елементів, яка після ранжування має такий вигляд:

n_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	17	18	19	19	19	21	23	25	25	30

Значення з порядковими номерами 3, 4, 5 та 8 і 9 співпадають тому їхні ранги визначаються як середні арифметичні:

$$R = \frac{3+4+5}{3} = 4; \quad R = \frac{8+9}{2} = 8,5.$$

Таким чином, ранг необов'язково буде цілим числом. Для інших, значень вибірки, що не співпадають, ранги дорівнюють їх порядковим номерам:

R_i	1	2	4	4	4	6	7	8,5	9	10
x_i	17	18	19	19	19	21	23	25	25	30

Рангами можуть бути подані дані, що виражені за порядковою шкалою, також і результати спостереження за якісними ознаками, коли неможливо виміряти числове значення ознаки, але можна визначити чергу значень за принципом «більше-менше» (наприклад, стать, місця на змаганнях, бали суддів, оцінки на екзамені тощо).

Критерій «знаків»

Критерій «знаків» є найпростішим для обчислення і використовується для порівняння великих вибірок із попарно з'єднаними елементами. Такі завдання зустрічаються тоді, коли досліджується той самий об'єкт до і після експерименту, або порівнюються аналогічні ознаки у двох групах досліджуваних. Цей критерій досліджує зміну показників, причому прогресивні зміни оцінюються знаком «плюс», а регресивні – знаком «мінус». Необхідно лише пам'ятати, що в деяких видах спорту під поліпшенням розуміють збільшення

абсолютного значення (приріст сили, ваги), а в інших – зменшення (час запливу, забігу). Після того, як зміні надається знак, здійснюється оцінка статистичної вірогідності різниці між сукупностями додатних та від’ємних значень. Для цього за таблицею критерію «знаків» (для визначеної надійності та кількості досліджених пар значень, за винятком нульових) знаходять граничне значення – деякий інтервал. Якщо кількість від’ємних значень $Z(-)$ потрапить до граничного інтервалу, то між досліджуваними показниками існує статистична невірогідність, у протилежному випадку – різниця між сукупностями статистично вірогідна.

ПРИКЛАД. Оцінити інтенсивність тренувального процесу, порівнюючи показники працездатності (в умовних одиницях) групи велосипедистів до (x_i) та після тренування (y_i).

x_i	y_i	Z_i	У першому та другому стовпчиках записані емпіричні дані, а у третьому записано знак порівняння: якщо є збільшення показника – знак «+», якщо зменшення – знак «-». Вибираємо надійність $P = 0,95$, знаходимо розрахунковий обсяг, відкидаючи нульову пару (395,0 – 395,0): $N_1 = N - Z(0) = 12 - 1 = 11$ пар, підраховуємо окремо кількість додатних і від’ємних змін: $Z(-) = 3$ і $Z(+) = 8$.
327,4	330,5	+	
330,5	352,4	+	
350,2	360,7	+	
338,1	344,4	+	
360,9	358,5	-	
381,5	390,7	+	
395,0	395,0	0	
397,5	397,2	-	
398,5	402,5	+	
399,7	385,0	-	
399,9	408,5	+	
405,0	409,4	+	

За таблицею критерію «знаків» знаходимо граничний інтервал: $Z_{ep} = 2...9$, кількість від’ємних змін наявна в цьому інтервалі, тому різниця між показниками

є статистично невірогідною, тобто у показниках працездатності велосипедистів немає принципових змін після тренування, мабуть сам процес був неефективний.

Критерій Уїлкоксона

Критерій Уїлкоксона – це непараметричний аналог t-критерію Стьюдента для з'єднаних вибірок, тобто вибірок, які отримано у попарному порівнянні. У цьому випадку нульова гіпотеза буде мати такий вигляд: розподіл різниць $D_I = x_i - y_i$ пар спостережень, що пов'язані між собою, є симетричним відносно нуля.

Алгоритм застосування:

1. Відкидаємо пари з однаковими значеннями x_i та y_i для подальших розрахунків скорочуємо обсяг вибірки на кількість відкинутих пар.

2. Визначаємо рівень значущості α .

3. Знаходимо різниці між значеннями x_i та y_i , а потім визначаємо ранги абсолютних значень цих різниць.

4. Відмічаємо ранги, що відносяться до додатних та від'ємних різниць і знаходимо окремо суми цих рангів.

5. Меншу із сум рангів приймаємо за розрахункове значення критерію Уїлкоксона W_p .

6. За таблицею критерію Уїлкоксона знаходимо граничне значення W_{cp} для визначеного рівня значущості і розрахункового обсягу $N_I = N$ – кількість нульових різниць.

7. Робимо висновок: якщо $(W_p < W_{cp})$, то нульова гіпотеза відхиляється і різниця між пов'язаними вибірками є статистично значущою. У протилежному випадку $(W_p \geq W_{cp})$ різниця є статистично невірогідною.

ПРИКЛАД. Група школярів ($n = 10$) відпочивала у літньому таборі протягом канікул. До і після відпочинку в них вимірялась життєва ємність легень (ЖЄЛ).

Зробити оцінку вірогідності зміни цього показника під впливом інтенсивних фізичних вправ.

Вимірювання до експерименту (x_i , мл): 3400, 3600, 3000, 3500, 2900, 3100, 3200, 3400, 3200, 3400.

Вимірювання після експерименту (y_i , мл): 3800, 3700, 3300, 3600, 3100, 3200, 3200, 3300, 3500, 3600.

Алгоритм розв'язання:

1. Вибираємо надійність $P = 0,95$.

2. Відкидаємо пари з однаковими значеннями x_i та y_i для подальших розрахунків, обсяг вибірки зменшуємо на кількість відкинутих пар: у нашому випадку це одна пара 3200 – 3200, і тоді обсяг вибірки буде $n_I = 10 - 1 = 9$.

3. Із пар, що залишилися, утворюємо різницю $d_i = x_i - y_i$, запишемо це у вигляді таблиці розрахунків.

4. Знаходимо ранги R_i абсолютних значень різниць d_i так, як це пояснювалось вище, і помічаємо окремо ранги, що відносяться до від'ємних та додатних різниць (вони виділені знаками «+» та «-»).

5. Знаходимо окремо суми додатних та від'ємних рангів:

$$\text{сума } R (+) = 2,5 \text{ та сума } R (-) = 42,5.$$

6. Меншу із сум рангів вважаємо розрахунковим значенням критерію Уїлкоксона:

$$W_p = R(+)= 2,5.$$

7. За таблицею критерію Уїлкоксона знаходимо граничне значення W_{ep} (для $P = 0,95$ і обсягу вибірки $n = 9$: це значення $W_{ep} = 7$).

n	x_i	y_i	$d_i = x_i - y_i$	Ранги I d_i I
1	3400	3800	-400	9 (-)
2	3600	3700	-100	2,5 (-)
3	3000	3300	-300	7,5 (-)
4	3500	3600	-100	2,5 (-)
5	2900	3100	-200	5,5 (-)

n	x_i	y_i	d_i = x_i - y_i	Ранги I d_i I
6	3100	3200	-100	2,5 (-)
7	3200	3200	0	-
8	3400	3300	100	2,5 (+)
9	3200	3500	-300	7,5 (-)
10	3400	3600	-200	5,5 (-)

8. Робимо висновок:

оскільки $W_p < W_{cp}$ ($2,5 < 7$), то нульова гіпотеза відхиляється і різниця між вибірками є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$. Можна вважати, що життєва ємність легенів групи школярів суттєво змінилась у таборі під впливом інтенсивних фізичних вправ.

Критерій Уайта

Критерій Уайта – непараметричний критерій, який використовується для порівняння великих вибірок, що відрізняються за обсягом.

Для визначення критерію Уайта емпіричні дані розташовують за двома лініями, що відповідають групам, які порівнюються. Розглянемо процедуру дослідження на конкретному прикладі.

ПРИКЛАД. В однакових умовах у двох плавців X та Y десять разів зафіксовано середній час подолання 25-метрової дистанції. Завдання: проаналізувати можливості цих плавців за тестом, що пропонується.

1. Емпіричні дані (середній час подолання дистанції 25 м):

x _i	12,4	12,5	12,3	12,8	12,5	12,0	12,2	12,4	12,3	12,7
y _i	12,8	12,9	12,5	12,4	12,7	12,5	12,8	12,3	12,5	12,2

2. Ранжуємо дані разом і призначаємо їм відповідні ранги, поділяючи порівну між однаковими значеннями їхні порядкові місця:

R_i	1	2,5	5	5	8	8	12	12	15,5	18
x_i	12,0	12,2	12,3	12,3	12,4	12,4	12,5	12,5	12,7	12,8
R_i	2,5	5	8	12	12	12	15,5	18	18	20
y_i	12,2	12,3	12,4	12,5	12,5	12,5	12,7	12,8	12,8	12,9

3. Підсумовуємо ранги за окремими лініями.

Сума рангів за лінією X :

$$T_x = 1 + 2,5 + 5 \times 2 + 8 \times 2 + 12 \times 2 + 15,5 + 18 = 87,0.$$

Сума рангів за лінією Y :

$$T_y = 2,5 + 5 + 8 + 3 \times 12 + 15,5 + 2 \times 8 + 20 = 123,0.$$

4. Менша із сум вважається розрахунковим значенням критерію Уайта:

для нашого прикладу $T_p = T_x = 87$.

5. Визначаємо надійність висновків $P = 0,95$ і знаходимо за таблицею граничне значення критерію Уайта T_{cp} для кількості емпіричних вимірів $n_1 = n_2 = 10$:

$$T_{cp} = 78.$$

5. Для критерію Уайта справедливим є таке тлумачення співвідношень граничного та розрахункового значень:

– якщо $T_p < T_{cp}$, то різниця між вибірками є вірогідною і статистично значущою;

– якщо $T_p \geq T_{cp}$, то навпаки – різниця статистично невірогідна і вибіркові значення можна вважати однаковими.

6. Оскільки у нашому прикладі $T_p \geq T_{cp}$ ($87 > 78$), то робимо висновок:

різниця між вибірками невірогідна, результати обох плавців на 25-метровій дистанції треба вважати такими, що відрізняються несуттєво, плавці є спортсменами однакової кваліфікації.

Узагальнимо тепер напрями використання методів перевірки статистичних гіпотез за допомогою критеріїв значущості в галузі фізичної культури і спорту:

- оцінка параметрів спортивної діяльності;
 - оцінка ефекту нововведення (методики, програми тестів тощо);
 - контроль за перебігом тренувального процесу;
 - дослідження динаміки параметрів фізичної та технічної підготовленості;
- спортивна селекція та професійний відбір.

Питання для самостійного опрацювання

1. Що називають статистичною гіпотезою?
2. Чим відрізняється нульова гіпотеза від альтернативної?
3. Що таке статистичний критерій і для чого його використовують?
4. Який критерій називають однобічним і який – двобічним?
5. Які класи статистичних критеріїв ви знаєте і чим вони відрізняються між собою?
6. Розкажіть про помилки першого та другого роду.
7. Наведіть загальний алгоритм перевірки статистичних гіпотез.
8. Запишіть формулу для обчислення критерію Стьюдента.
9. Наведіть алгоритм перевірки гіпотез за критерієм Стьюдента.
10. Запишіть формулу для обчислення критерію Фішера.
11. Наведіть алгоритм перевірки гіпотез за критерієм Фішера.
12. Дайте загальну характеристику непараметричних критеріїв.
13. Перелічіть проблеми в галузі фізичної культури і спорту, що вирішуються за допомогою перевірки статистичних гіпотез.

Розділ 9. РЕГРЕСИВНО-КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ

У навколишньому світі все перебуває у взаємозв'язку. Найрізноманітніші ознаки – параметри будь-якого організму, об'єкта, явища чи процесу залежать одна від одної, від навколишнього середовища. Але для дослідження часом не достатньо просто відмітити, констатувати наявність тієї чи іншої залежності між параметрами. У багатьох дослідженнях виникає потреба кількісно описати наявні взаємозв'язки, дати відповідь на запитання: як тісно пов'язані між собою параметри якого-небудь процесу.

Раніше ми розглянули випадки, коли в дослідженнях вимірювалось значення лише однієї змінної – будь-якого параметра генеральної сукупності. Інші ознаки або були постійними, або мали стосунок до випадкових факторів. Як правило, дослідження в спортивній практиці значно складніші і мають комплексний характер. Наприклад, під час вимірювання спортивного результату одночасно оцінюється значна кількість біомеханічних, фізіологічних та інших параметрів (прискорення окремих ланок тіла, сила м'язів, енерговитрати організму тощо). При цьому виникають питання. Наприклад: як залежить результат від елементів техніки спортсмена або як пов'язані енерговитрати організму з обсягом фізичного навантаження певного типу? У всіх таких випадках увагу дослідника привертає залежність між різними величинами, що описують наявні ознаки.

У деяких випадках значення однієї величини однозначно визначається значенням іншої величини, яка з нею пов'язана, і тоді мова йде про *функціональну залежність* між величинами: $y = f(x)$. Ми вже

розглядали визначення функціональної залежності раніше. Наприклад: зв'язок між довжиною кола (l) і радіусом (R) описує формула $l = 2\pi R$; пульсова вартість ($ПВ$) одного метра дистанції однозначно описується швидкістю (v) та частотою серцевих скорочень ($ЧСС$) на визначеному відрізьку дистанції: $ПВ = ЧСС/v$.

Існують функціональні зв'язки, в яких результативна ознака є функцією кількох інших, наприклад – зв'язок між площею трикутника, його основою та висотою.

Але набагато частіше на практиці дослідники мають справу із залежностями іншого роду, коли за фіксованого значення однієї величини інша має деяку свободу і може набувати різних значень із визначеними ймовірностями. Так, пульсова вартість одного метра шляху із певною швидкістю буде відрізнитися у різних досліджуваних. Якщо в такій ситуації розглядати одну величину як незалежну (що контролюється), а другу – як залежну від неї, то залежна величина поводить ся як випадкова і її можна описувати деяким ймовірним розподілом. Водночас цікавість викликає той факт, що цей розподіл (або його параметри) закономірно змінюється, якщо змінюються значення незалежної величини. Наприклад, середнє значення пульсової вартості одного метра шляху для групи досліджуваних буде закономірно змінюватись, якщо буде змінюватись швидкість руху. У таких випадках говорять про *ймовірну (або стохастичну) залежність* між величинами. Тобто, *ймовірна залежність* – це така залежність, коли одному значенню першої величини відповідає декілька змінних значень другої. У стохастичному зв'язку між причиною і наслідком немає повної відповідності, а спостерігається лише певне співвідношення. На відміну від функціональної залежності, стохастична виявляється не

в кожному окремому випадку, а в середньому для великої кількості спостережень.

Під час вивчення стохастичних залежностей розглядають два типи: *кореляцію* та *регресію*.

Регресія – це залежність середнього значення випадкової величини Y від величини x . При цьому говорять: «регресія Y на x ». Незалежна величина x може бути необов'язково випадковою, тому позначається малою літерою на відміну від великих літер, якими позначають випадкові величини.

Регресивний аналіз встановлює форми залежності випадкової величини Y від значень однієї або кількох змінних величин x_i ; причому значення останніх є точно визначеними. Така залежність найчастіше визначається деякою математичною моделлю – рівнянням регресії, що містить кілька невідомих параметрів. Найважливіший етап регресивного аналізу – це вибір моделі, тобто правильного математичного виразу, що пов'яже значення залежної випадкової та незалежної величин. У найпростішому випадку розглядається лінійна залежність – лінійна регресія, що виражається рівнянням:

$$\bar{Y} = A + B \times x, \quad (6.1)$$

Це рівняння виражається у прямокутній системі координат прямою лінією (рис. 9.1), яка відсікає на осі OY відрізок довжиною $|AI|$ (A – це так званий вільний параметр), а вісь OX перетинає під кутом α , тангенс якого дорівнює параметру B (так званий коефіцієнт регресії, який вказує на те, наскільки змінюється ознака Y внаслідок зміни ознаки x на одиницю; якщо B має позитивний знак, то зв'язок прямий, якщо від'ємний – зв'язок обернений).

Іноді не вдається пояснити поведінку залежної величини Y впливом тільки однієї незалежної змінної x . Тоді використовують модель множинної лінійної регресії:

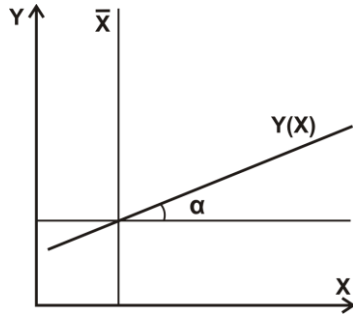


Рис 9.1. Теоретична лінія регресії

$$Y = A + B_1 \times x_1 + B_2 \times x_2 + \dots + B_k \times x_k. \quad (9.2)$$

Тут середнє значення випадкової величини Y визначається значеннями k незалежних змінних x_1, x_2, \dots, x_k .

Таким чином, регресивна модель описує залежність випадкової величини Y від незалежної величини x у генеральній сукупності. Але генеральна сукупність у повному обсязі як правило недосяжна для дослідження, і дійсне рівняння регресії невідоме, тому будь-яка регресивна модель буде лише наближенням до дійсної залежності. Математична статистика з цього приводу говорить, що вибір моделі – це мистецтво і правильність вибору цілком залежить від досвіду та інтуїції дослідника.

Часто в спортивних дослідженнях цікавляться енерговитратами організму спортсмена під час виконання того чи іншого фізичного навантаження.

ПРИКЛАД. Відомо, що енерговитрати закономірно пов'язані із витратами кисню (V_o) та ЧСС (частотою серцевих скорочень). Але визначити ці параметри під час реальних змагань чи тренувань досить важко, тому намагаються прогнозувати їх на підставі параметрів, які простіші для виміру (наприклад, вимірів середньої швидкості бігу чи ходьби). Припустимо, що мета

дослідження – оцінити енерговитрати організму спортсмена під час виконання стандартного навантаження (біг на тредбані за фіксований час і з фіксованою швидкістю). Енерговитрати оцінюються за ЧСС і потім обчислюється пульсова вартість одного метра шляху ($ПВ = ЧСС/V$). В експерименті бере участь однорідна за складом група спортсменів. Середні значення $ПВ$, обчислені за результатами вимірів для всіх членів групи при різних швидкостях бігу в діапазоні $2,0–5,0 \text{ м/с}^{-1}$ наведені на рис. 9.2. Ці дані мають ілюстративний характер, наближено відображуючи реальну ситуацію, і належать до завдань на прогнозування ознак, що неможливо виміряти.

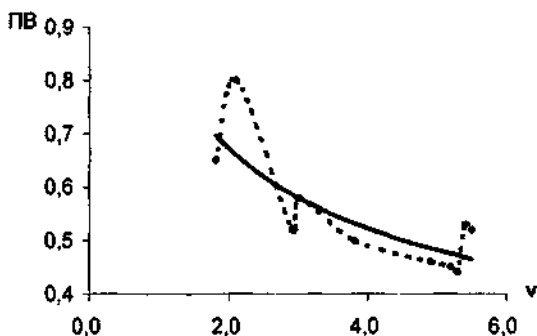


Рис. 9.2. Регресивний прогноз енерговитрат

ПРИКЛАД. Дуже часто викликає цікавість – зв'язок між досягненнями у різних видах спортивних вправ. Це важливо для вибору тестів, якими оцінюють можливі досягнення у тому чи іншому виді спорту.

На рис. 9.3 показано графік залежності результатів забігу на 100 м (y_i) при фіксованих значеннях результатів забігу на 30 м (x_i). Першим наближенням можна вважати лінійну залежність (просту лінійну регресію).

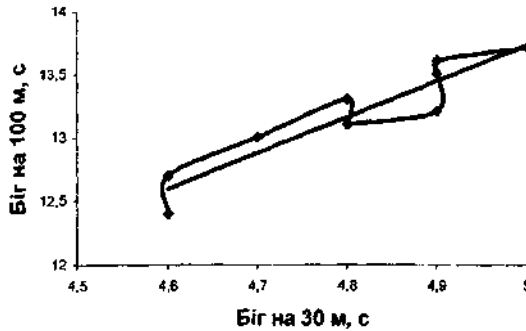


Рис 9.3. Залежність результатів забігу на 100 м від фіксованих значень результатів забігу на 30 м

Звернемо увагу на суттєву різницю між цим прикладом і попереднім. Там незалежна величина (час і швидкість) не була випадковою, її значення доволіно встановлюються дослідником у визначеному діапазоні. В останньому прикладі обидві величини (і залежна, і незалежна) є випадковими, а їх значення отримано на випадковій вибірці з генеральної сукупності.

Кореляція – це залежність між двома випадковими величинами Y та X , яка характеризується за допомогою спеціальних коефіцієнтів. Термін «кореляція» (від латинського *correlatio* – відношення, зв'язок). Кореляція вивчається на основі експериментальних даних, що є вимірами двох ознак. Кореляційний аналіз, як й інші статистичні методи, ґрунтується на використанні ймовірних моделей, що описують поведінку ознак, які досліджуються у деякій генеральній сукупності.

Кореляція, як і регресія, може бути *прямою* (додатною) або *оберненою* (від'ємною).

У першому випадку із збільшенням однієї ознаки збільшується і друга (або із зменшенням – зменшується). У другому – із збільшенням першої ознаки друга

зменшується і, навпаки, із зменшенням першої – друга збільшується.

Модель двомірного нормального розподілу дозволяє дати графічну інтерпретацію – кореляційне поле (рис. 9.4), зовнішній вигляд якого дозволяє зробити такі висновки:

– якщо крапки на полі розсіяні хаотично, то кореляції між ознаками немає (рис. 9.4, а);

– якщо крапки розподіляються вздовж якоїсь лінії, то кореляція є, і вона тим більша, чим ближче групуються крапки.

– за напрямом лінії можна встановити, чи це пряма, чи обернена кореляція (рис. 9.4, б, в).

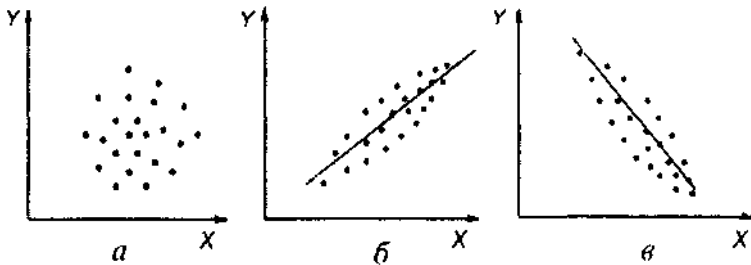


Рис 9.4. Кореляційне поле

У всіх випадках, коли досліджується зв'язок між величинами, мета кореляційного аналізу однакова: по-перше, встановити форму та напрям зв'язку, по-друге, виміряти його величину за допомогою коефіцієнтів.

Кореляцію можна встановити різними способами. Спочатку логічним міркуванням виявляється наявність органічного зв'язку між деякими ознаками, потім цей зв'язок теоретично обґрунтовується і за допомогою кореляційного аналізу встановлюється його величина та характер. Наявність кореляції зовсім не означає, що між ознаками існує причинний зв'язок. Бездумне викорис-

тання кореляційного аналізу до причинних зв'язків ризиковане, і може призвести до грубих помилок.

Для кількісної оцінки кореляційного зв'язку використовують коефіцієнти кореляції, які визначаються за вибірковими значеннями ознак. Розглянемо два типи – ранговий та парний коефіцієнти кореляції (залежно від виду розподілу випадкових величин X та Y).

Парний коефіцієнт кореляції (коефіцієнт Браве-Пірсона)

Цей коефіцієнт визначається за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (9.3)$$

де \bar{x} та \bar{y} – вибіркові середні арифметичні значення,
 n – обсяг вибірок.

Коефіцієнт кореляції перебуває в межах від -1 до 1 і залежно від значення має такі властивості:

- якщо $0 < r \leq 0,39$ – кореляція слабка;
- якщо $0,4 < r \leq 0,69$ – кореляція середня;
- якщо $0,7 < r \leq 0,99$ – кореляція середня;
- якщо $r = 1$, то кореляція переходить у функціональну залежність;
- якщо r має знак « $-$ » – кореляція від'ємна, якщо знак « $+$ » – додатна.

Для довільного розподілу кореляція є мірою тільки лінійного зв'язку. Це треба мати на увазі коли використовуємо коефіцієнт кореляції як міру зв'язку двох випадкових величин. Тому, коли визначають коефіцієнт кореляції, вважають, що експериментальні дані отримано із генеральної сукупності, яка має нормальний двомірний розподіл.

Квадрат коефіцієнта кореляції називається *коефіцієнтом детермінації* (позначається латинською літерою d):

$$d = r^2 \quad (9.4)$$

Цей коефіцієнт є мірою визначення лінійної регресії: чим більший коефіцієнт детермінації, тим менше досліджувані значення y_i при кожному значенні x_i відхиляються від лінії регресії Y на X , і тим точніше визначена регресія.

ПРИКЛАД. Оцінити міцність кореляційного зв'язку між часом прихованої реакції (латентним часом) – x_i (с) та часом старту – y_i (с) у легкоатлетів-спринтерів. Емпіричні дані записано у вигляді варіаційного ряду:

x_i	0,22	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,37	0,42
y_i	0,80	0,82	0,83	0,87	0,87	0,89	0,91	0,92	0,96	0,98

Алгоритм розв'язання:

1. Методом середніх величин вираховуємо параметри вибірок:

$$\bar{x} = 0,309 \text{ (с)}; \quad \bar{y} = 0,885 \text{ (с)}.$$

2. Знаходимо суми для підстановки у формулу коефіцієнта кореляції:

$$S_1 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) = 0,0309;$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0,3129;$$

$$S_3 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 0,3145.$$

3. Знаходимо парний коефіцієнт кореляції за формулою (9.3):

$$r = \frac{0,0309}{\sqrt{0,3129 \times 0,3145}} = 0,983.$$

4. Висновок:

коефіцієнт додатний і знаходиться в межах від 0,7 до 0,99, тому кореляція між ознаками міцна і пряма. Це означає, що чим меншим є латентний час, тим швидше спортсмен виконує старт.

Ранговий коефіцієнт кореляції (коефіцієнт Спірмена)

Не всі параметри педагогічної, психологічної та інших аспектів спортивної діяльності можна подати у прямому кількісному вигляді. Але, водночас, можна встановити послідовність цих параметрів, взявши за основу будь-який критерій. Наприклад, неможливо дати комплексну кількісну характеристику двобою борців-дзюдоїстів, але можна встановити послідовність в оцінках, виходячи із кількості перемог. У таких випадках, коли значення ознак виражаються у порядковій шкалі (оцінки суддівства в балах, місця на змаганнях тощо), кореляцію між ознаками можна оцінити за допомогою рангового коефіцієнта кореляції (він ще має назву коефіцієнта Спірмена) за формулою:

$$R = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (9.5)$$

де d_i – це різниці між рангами i -тої пари значень x_i та y_i , n – кількість пар значень.

Ранговий коефіцієнт кореляції має такі ж самі властивості, як і парний коефіцієнт, тобто перебуває у межах від -1 до 1 . Якщо ранги однакові для всіх значень x_i та y_i , то $R = 1$, якщо ж x_i та y_i розташовані у протилежному порядку, то $R = -1$, іншими словами, коефіцієнт рангової кореляції є мірою співпадання рангів значень x_i та y_i .

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена обчислюється значно простіше, ніж коефіцієнт парної кореляції Браує-Пірсона для тих самих емпіричних значень, оскільки в обчисленні використовуються ранги, що є цілими числами. Тому коефіцієнт рангової кореляції доцільно використовувати в таких випадках:

1. Якщо емпіричні дані являють собою точно виміряні значення ознак X та Y і потрібно швидко знайти наближену оцінку коефіцієнта кореляції. Обчислення будуть значно простішими, а точність оцінки генерального параметра за допомогою рангового коефіцієнту R для великих вибірок становить 91,2% щодо точності оцінки за коефіцієнтом парної кореляції.

2. Коли значення x_i та (або) y_i виражені порядковою шкалою.

ПРИКЛАД. З'ясувати, чи існує зв'язок між результатами у стрибках в довжину з місця і місцями, які посіли на змаганнях гімнасти 11–12 років. Або, іншими словами: чи є вправа стрибок в довжину з місця, тестом для оцінки технічної підготовленості юних гімнастів.

Алгоритм розв'язання:

1. Запишемо емпіричні дані:

x_i (см)	175	176	179	180	184	191	181	186	192	185
y_i (см)	5	7	8	9	3	1	10	6	4	2

2. Знаходимо ранги Rx_i та Ry_i (як пояснювалось у попередньому розділі):

Rx_i	10	9	8	7	5	2	6	3	1	4
Ry_i	5	7	8	9	3	1	10	6	4	2

3. Знаходимо різниці рангів $d_i = Rx_i - Ry_i$ і підносимо ці різниці до квадрату:

d_i	5	2	0	-2	2	1	-4	-3	-3	2
d_i^2	25	4	0	4	4	1	16	9	9	4

4. Знаходимо суму квадратів:

$$S = \sum_{i=1}^n d_i^2 = 76.$$

5. Знаходимо коефіцієнт кореляції за формулою (9.5):

$$R = 1 - \frac{6 \times 76}{10 \times (100 - 1)} = 0,539.$$

6. Висновок:

коефіцієнт додатний і перебуває у межах від 0,4 до 0,69, тобто кореляція пряма і середня; тому вправу стрибок у довжину з місця не можна вважати інформативним тестом для оцінки технічної підготовленості юних гімнастів (як відомо із спортивної метрології, тест вважається інформативним, якщо кореляція між тестом та параметром, для оцінки якого цей тест використовують, є міцною).

У найпростішому випадку залежності між двома ознаками X та Y не враховують залежність їх від інших змінних ознак (організму, об'єкта чи явища). Тому разом із вивченням парної кореляції перед дослідником постає завдання виміру множинних зв'язків між різними ознаками. Це завдання вирішується за допомогою подвійного роду показників: множинного коефіцієнта кореляції і часткових (парціальних) коефіцієнтів кореляції.

Коефіцієнт множинної кореляції між трьома досліджуваними ознаками (наприклад, X , Y та Z) обчислюється за формулою:

$$R_{xyz} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2 \times r_{xy} \times r_{xz} \times r_{yz}}{1 - r_{yz}^2}}, \quad (9.6)$$

де r_{xy} , r_{xz} , r_{yz} – парні коефіцієнти лінійної кореляції між ознаками X та Y , X та Z , Z та Y .

Цей коефіцієнт кореляції має такі самі властивості, що й парні коефіцієнти, але на відміну від останніх він завжди має тільки додатне значення.

На практиці більш вживаними є часткові коефіцієнти кореляції, що показують силу зв'язку між двома змінними ознаками за сталого значення третьої врахованої ознаки, яка перебуває у кореляційній залежності від перших двох.

Частковий (парціальний) коефіцієнт кореляції між ознаками X та Y в умовах впливу на цей зв'язок третьої ознаки Z дорівнює:

$$r_{xy,z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \times r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xz}^2) \times (1 - r_{yz}^2)}}, \quad (9.7)$$

для ознак X та Z за сталого Y :

$$r_{xz,y} = \frac{r_{xz} - r_{xy} \times r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xy}^2) \times (1 - r_{yz}^2)}}, \quad (9.8)$$

для Y та Z за сталого X :

$$r_{yz,x} = \frac{r_{yz} - r_{xy} \times r_{xz}}{\sqrt{(1 - r_{xy}^2) \times (1 - r_{xz}^2)}}, \quad (9.9)$$

Для вимірювання криволінійної залежності між змінними величинами X та Y коефіцієнт парної лінійної кореляції не підходить. У таких випадках використовують інший показник, що називається кореляційним відношенням (позначається малою грецькою літерою «ета» – η).

Кореляційне відношення характеризує зв'язок між ознаками з двох сторін: Y до X та X до Y , тому і зображується не одним, а двома показниками:

$$\eta_{x/y} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}_y)^2}{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}} \quad (9.10)$$

та

$$\eta_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}_x)^2}{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (9.11)$$

де \bar{x}_y та \bar{y}_x – групові середні параметрів x та y .

На відміну від коефіцієнта кореляції, що є мірою рівнозначного зв'язку обох ознак, показники кореляційного відношення не дорівнюють один одному. Лише у випадку суворої лінійної залежності між X та Y виконується рівність $\eta_{x/y} = \eta_{y/x}$. Чим більше зв'язок між ознаками наближається до прямолінійної функціональної залежності, тим ближчими є за абсолютною величиною показники кореляційного відношення між собою.

ПРИКЛАД. У дослідному експерименті у хлопчиків 11–14 років вимірювали три параметри: зріст (x_i), масу тіла (y_i) та результат стрибка у висоту (z_i). Коефіцієнти парної кореляції між трьома ознаками були обчислені такі:

r_1 (зріст – результат стрибка) = 0,832;

r_2 (маса тіла – результат стрибка) = 0,723;

r_3 (зріст – маса тіла) = 0,913.

Таким чином, діти, які вищі на зріст і з більшою масою тіла, у середньому і стрибали вище. Але, багато хто з них мав більшу масу тіла саме за рахунок вищого

росту. Якою б була залежність між масою тіла і результатами в стрибках у висоту, коли б зріст всіх хлопчаків був однаковим?

Розрахунок показує:

$$r = \frac{r_2 - r_1 \times r_3}{\sqrt{(1-r_1^2) \times (1-r_3^2)}} = \frac{0,723 - 0,832 \times 0,913}{\sqrt{(1-0,832^2) \times (1-0,913^2)}} = -0,151.$$

Таким чином, якщо відкинути вплив зросту, кореляція стає від'ємною і слабкою. Якщо відкинути вплив маси тіла, то частковий коефіцієнт кореляції між зростом і результатом стрибка у висоту залишається досить великим: 0,614. За всіх однакових умов діти, які вищі на зріст, будуть мати перевагу в цій вправі.

Множинний коефіцієнт кореляції, що оцінює спільний вплив зросту й маси тіла на результат стрибка у висоту буде дорівнювати:

$$R_{123} = \sqrt{\frac{0,832^2 + 0,723^2 - 2 \times 0,823 \times 0,723 \times 0,913}{1 - 0,913^2}} = 0,725.$$

Висновок:

оскільки зріст впливає на досягнення у стрибках у висоту прямо і сильно, а маса тіла зворотно і слабо, то сукупний вплив цих показників є додатним, але не таким високим, як вплив лише одного зросту.

Розглянемо приклади застосування кореляційного аналізу в практиці фізичної культури і спорту:

1. Вплив елементів спортивної діяльності на результат. Відомо, що спортивні досягнення є інтегральним показником діяльності спортсмена, який є результатом багатьох факторів: фізичної підготовленості, тактичної майстерності, технічних навичок, психологічного настрою тощо. На окремих етапах тренувального процесу часто буває необхідним

оцінити вплив кожного компонента на остаточний результат, а також встановити й оцінити взаємозв'язок між окремими компонентами тренувального процесу. Зробити це можна, використовуючи кореляційний аналіз.

2. Автентичність тестів. За допомогою тестів визначають властивість певного спортсмена чи якоїсь ланки тренувального процесу, на які розраховано тест, тобто знаходять кореляційний зв'язок між тестом і результатом. Якщо кореляція є великою між тестом і кінцевим результатом (інформативний тест), а також між тестом і ретестом (надійний тест), то робиться висновок про автентичність цього тесту і його впровадження в тренувальний процес.

3. Взаємозв'язок між спортивним результатом і функціональними показниками. Контролюючи тренувальний процес можна виявити зв'язок між об'єктом навантаження і значеннями відповідних параметрів. Знайдений зв'язок можна використовувати для оцінки тренувального процесу.

4. Оцінка впливу умов тренування на спортивний результат. Кажучи «умови тренування», ми маємо на увазі будь-які зміни в процесі роботи спортсмена:

- зміну обсягу та інтенсивності навантаження;
- зміну навантаження та відпочинку;
- орієнтацію на нові модельні характеристики тощо.

Вираховуючи коефіцієнти кореляції, що характеризують початкові, змінені та кінцеві умови, можна зробити висновок щодо ефективності змін.

Узагальнюючи все зазначене вище, треба додати наступне – методи кореляційно-регресивного аналізу формальні за своєю суттю і не в змозі розкрити причини масових явищ, що аналізуються за їх допомогою.

Обов'язковою умовою успішного використання цих методів повинно бути грамотне, змістовне спостереження за фактами, вмiле їх групування і статистична обробка цього фактичного матеріалу.

Питання для самостійного опрацювання

1. Який зв'язок називають функціональним і який стохастичним?
2. Що таке кореляція?
3. Яку залежність називають регресією?
4. Як виглядає теоретична лінія регресії?
5. Запишіть формулу лінійної регресії.
6. Дайте наочне зображення кореляції за допомогою кореляційного поля.
7. Наведіть приклади із спортивної практики, які описуються регресивними моделями.
8. За якими числовими коефіцієнтами обчислюється кореляційний зв'язок?
9. Назвіть основні властивості коефіцієнтів кореляції.
10. Що таке коефіцієнт детермінації і що він визначає?
11. Як обчислюється ранговий коефіцієнт кореляції і в яких випадках використовується?
12. Які проблеми спортивної практики можна вирішувати за допомогою кореляційно-регресивного аналізу?
13. Як обчислюється коефіцієнт множинної кореляції між трьома ознаками?
14. Що таке парціальні коефіцієнти і як вони розраховуються?
15. Як вираховувати кореляційні відношення у випадку криволінійної залежності?

Розділ 10. ЕЛЕМЕНТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Для комплексної оцінки результатів, коли доводиться враховувати багато регульованих та нерегульованих чинників, методи кореляційно-регресивного аналізу часто не дають потрібного ефекту. У таких випадках застосовується метод, розроблений Р.А. Фішером і знаний у математичній статистиці під назвою *дисперсійного аналізу*.

Суть цього методу зводиться до розкладення загальної дисперсії повного комплексу спостережень на частини й аналізу впливу кожної частини на остаточний результат. Вірогідність оцінок визначають за параметричним критерієм Фішера. Такий дисперсійний аналіз здійснюється як на малих, так і на великих вибірках, на однорідних і неоднорідних емпіричних даних, тому цей метод дослідження є одним з найбільш потужних і ефективних методів статистичного аналізу результатів вимірювань.

Ознаки, що змінюються внаслідок дії тих чи інших причин, називаються *результативними*, а самі причини, що діють на ознаки і впливають на них, називаються *факторами*. Наприклад, маса тіла, зріст, фізичний стан, спортивний результат – це результативні ознаки; а тренувальні дії, метеорологічні умови, фармакологічні препарати – це фактори. Фактори поділяють на *контрольовані* та *неконтрольовані* і позначають початковими літерами латинського алфавіту (A, B, C, D), а результативні ознаки позначають останніми літерами (X, Y, Z). Іноді фактор може мати декілька груп, які називають *градаціями* фактора. Вони позначаються так

само, як і фактор, тільки з індексом номера ($A_1, A_2, B_1, C_1, C_2, C_3$ і т. д.).

Вибіркова сукупність, яка організована спеціально для дослідження ефективного впливу факторів на результативну ознаку, називається *статистичним* або *дисперсійним комплексом*. Структура такого комплексу визначається кількістю градацій, на які поділяється сам фактор або врахована у досліді ознака. Залежно від кількості врахованих факторів, за якими здійснюється дисперсійний аналіз, розглядають однофакторний, двофакторний або багатфакторний комплекс і, відповідно, аналіз.

Математично дисперсійний аналіз ґрунтується на понятті суми квадратів відхилень варіант (параметрів) від їхньої середньої арифметичної величини:

$$S = \sum_{i=1}^k \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n_i}, \quad (10.1)$$

де S – сума квадратів відхилень,
 x_i та n_i – варіанти й частоти емпіричного ряду.

Дисперсійний аналіз однофакторних комплексів, що складаються з великої кількості груп, здійснюється за загальною схемою (розглянемо ляше алгоритм розв'язання, не зупиняючись на повному математичному доведенні формул).

Алгоритм проведення дисперсійного аналізу однофакторних комплексів:

1. Групують вибірковий матеріал, визначають середню арифметичну величину всього комплексу (\bar{x}) та часткові (групові) середні (\bar{x}_i) за градаціями фактора A .

2. Визначають загальну суму квадратів відхилень (S_y), що дорівнює:

$$S = \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N}, \quad (10.2)$$

3. Обчислюють міжгрупову суму квадратів (S_x), що дорівнює сумі квадратів відхилень групових середніх величин від загальної середньої із врахуванням статистичної ваги (n). За однакової кількості варіант у градаціях комплексу цей показник розраховується за формулою:

$$S_x = \sum_{j=1}^f \frac{(\sum_{i=1}^k x_i)^2}{n_k} - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N}, \quad (10.3)$$

де $i = 1, 2, \dots, N$; N – обсяг всього комплексу; $j = 1, 2, \dots, k$; k – обсяг кожної градації; f – кількість градацій.

4. Визначають внутрішню групову суму квадратів (S_z), тобто суму квадратів відхилень варіант від групових середніх величин:

$$S_z = \sum_{i=1}^N x_i^2 - \sum_{j=1}^f \frac{(\sum_{i=1}^k x_i)^2}{n_k}, \quad (10.4)$$

Оскільки в дисперсійному аналізі виконується рівність:

$$S_y = S_x + S_z \quad (10.5),$$

то внутрішня групова сума квадратів відхилень визначається за різницею:

$$S_z = S_y - S_x \quad (10.6)$$

5. Визначивши суми квадратів відхилень, обчислюють кількість ступенів свободи (k), які дорівнюють:

- для загальної дисперсії комплексу – $k_y = N - 1$,
- для внутрішньої групової дисперсії – $k_z = N - j$,

– для між групової дисперсії $k_x = j - 1$, де j – кількість градацій фактора A .

6. Середні квадрати відхилень (дисперсії) визначаються як відношення сум квадратів відхилень (вже знайдених) до відповідних значень ступенів свободи:

$$\text{загальна} - D_y = \frac{S_y}{k_y}, \quad (10.7)$$

$$\text{міжгрупова} - D_x = \frac{S_x}{k_x}, \quad (10.8)$$

$$\text{внутрішньо групова} - D_z = \frac{S_z}{k_z}. \quad (10.9)$$

7. Для визначення вірогідності висновку про вплив регульованого фактору A на результативну ознаку використовують критерій Фішера, як відношення факторної (міжгрупової) дисперсії до залишкової (внутрішньогрупової):

$$F = \frac{D_x}{D_z}. \quad (10.10)$$

8. Заключним етапом дисперсійного аналізу є порівняння фактичного значення критерію Фішера із його стандартним значенням за таблицею (для визначених надійності та кількості ступенів свободи).

Якщо виявляється, що значення варіацій, зумовлених факторною ознакою і випадковими причинами відрізняються статистично вірогідно, то вважається що фактор має принциповий вплив на результативну ознаку. У протилежному випадку (в разі статистичної невірогідності), фактор суттєво не впливає на результативну ознаку.

Двофакторний дисперсійний аналіз дозволяє нам оцінити не тільки вплив кожного з факторів окремо, а і їх взаємодію. Може статися, що одна змінна значуще діє на досліджувану ознаку тільки за малих (або, навпаки, великих) значень іншої змінної. Такий вид аналізу ставить особливі вимоги до формування даних: вони повинні бути симетричною системою – кожній градації фактора A повинна відповідати однакова кількість градацій фактора B .

Двофакторний дисперсійний аналіз для невоз'єднаних вибірок використовується в тих випадках, коли досліджується одночасно дія двох факторів на різні вибірки, тобто коли різні вибірки досліджуваних перебувають під впливом різних утворень двох факторів. При цьому перевіряється декілька гіпотез: про вплив фактора A окремо від фактора B , про вплив фактора B окремо від фактора A та про вплив взаємодії градацій факторів A та B .

Якщо досліджується дія двох факторів лише на одну вибірку, використовується двофакторний дисперсійний аналіз для з'єднаних вибірок. У цьому варіанті вже перевіряються чотири гіпотези: про вплив фактора A , про вплив фактора B , про вплив взаємодії факторів A та B , про вплив фактора індивідуальних різниць.

Практичне застосування в спортивній практиці факторний (дисперсійний) аналіз має тоді, коли досліджується:

- вплив будь-яких навантажень на остаточний результат;
- вплив умов тренування;
- вплив біологічного чи соціального факторів (вік, стать, кваліфікація, індивідуальні особливості тощо).

ПРИКЛАД. Встановити вплив темпу подолання дистанції ($F_1 = 40$ цикл/хв., $F_2 = 50$ цикл/хв., $F_3 = 55$ цикл/хв.) у плавців високої кваліфікації.

Алгоритм розв'язання:

1. Подамо емпіричні дані та розрахунки у вигляді таблиці:

F_x	F_1	F_2	F_3	Σ
x_i	2,1; 2,2; 2,0; 2,1	1,8; 1,9; 1,8; 1,8	1,8; 1,7; 1,7; 1,6	–
x_i^2	4,41; 4,84; 4,00; 4,41	3,24; 3,61; 3,24; 3,24	3,24; 2,89; 2,89; 2,56	42,57
n_i	4	4	4	12
Σx_i	8,4	7,3	6,8	22,5
$(\Sigma x_i)^2$	70,56	53,89	46,24	–
$(\Sigma x_i)^2/n_i$	17,64	13,42	11,56	46,62

2. Вираховуємо суму квадратів відхилень даних відносно середнього рівня, що зумовлено фактором і випадковими причинами:

$$S_x = 42,62 - \frac{(22,5)^2}{12} = 42,62 - 42,19 = 0,43;$$

$$S_z = 42,57 - 42,62 = -0,05.$$

3. Вираховуємо відповідні числа ступенів свободи:

$$k_x = 3 - 1 = 2; k_z = (12 - 1) - (3 - 1) = 9.$$

4. Визначаємо дисперсії:

$$D_x = \frac{0,43}{2} = 0,215; D_z = \frac{-0,05}{9} = -0,006.$$

5. Обчислюємо критерій Фішера: $F_p = \frac{0,215}{-0,06} = -35,8$.

Нас цікавить лише значення, без урахування знаку, тому $F_p = 35,8$.

6. За таблицею вираховуємо граничне значення критерію Фішера (для надійності $p = 0,95$ та числа ступенів свободи $k_x = 2$ та $k_z = 9$):

$$F_{гр} = 4,3$$

7. Висновок:

оскільки, $F_p > F_{гр}$, то різниця між розсіюванням емпіричних даних, що зумовлена чинником і випадковими причинами, статистично вірогідна. Це означає, що темп руху плавання суттєво впливає на крок гребка.

Питання для самостійного опрацювання

1. Суть дисперсійного аналізу.
2. Що таке результативні та факторні ознаки?
3. Які фактори називають контрольованими, а які неконтрольованими?
4. Що таке градації фактора?
5. Що таке дисперсійний комплекс і що визначає його структуру?
6. Схема здійснення однофакторного дисперсійного аналізу.
7. Коли використовується двофакторний аналіз?
8. Практичне використання дисперсійного аналізу в спортивних завданнях.

Розділ 11.

МОДЕЛЮВАННЯ В СПОРТИВНІЙ ПРАКТИЦІ

Поняття моделі з'явилося одночасно зі спробами людини вивчати навколишній світ у всьому його різноманітті. Зустрічаючись у своєму житті з чимось невідомим, людина насамперед, робила спробу порівняти це невідоме з чимось їй уже відомим. Коли порівнюють невідоме з відомим, виникає перенесення знання з другого на перше, іншими словами, відоме виступає як модель невідомого. Таке перенесення знання з одних предметів на інші, які дещо подібні до перших, в логіці має назву мислення за аналогією. Метод моделювання і дозволяє здобувати знання про досліджуваний об'єкт чи явище не шляхом його безпосереднього вивчення, а шляхом вивчення аналогічного явища на моделі. Специфіка моделювання, таким чином, характеризується тим, що між суб'єктом (дослідником) і об'єктом пізнання стоїть проміжна ланка – модель.

Слово модель ми вживаємо у різних значеннях. Значення перше: модель – це зразок, екземпляр, за допомогою якого можна отримувати інформацію про властивості інших подібних екземплярів, новий фасон будь-чого або нова модель автомобіля, одягу тощо. Друге значення: модель – це жива істота (людина чи тварина), а іноді й неживий предмет, які позують художнику або скульптору. Третє значення: модель – це гіпсова, глиняна чи інша форма, яку використано, щоб виробити в іншому матеріалі. Але є і таке значення цього слова, яке фактично і буде описано в цьому розділі. В енциклопедії слово «модель» тлумачать так:

– «... пристрій, що відтворює, імітує (звичайно в зменшеному масштабі) будову чи дію якого-небудь іншого пристрою («дійсного») в наукових, практичних...чи спортивних цілях»;

– «образ (також умовний чи уявний – зображення, опис, схема, креслення, графік, план, карта тощо) чи прообраз (зразок) якого-небудь об'єкта чи системи об'єктів («оригіналу» цієї моделі), який використано за певних умов як їх дублікат».

Отже, *модель* – це спрощений (у тому чи іншому сенсі) зразок оригіналу.

Ці зразки можуть мати дуже різну природу. І класифікувати моделі можна за різними ознаками.

Перший спосіб класифікації виходить, як то кажуть, з природи моделей, тобто з того, з чого моделі зроблені. Тому за цим способом моделі підрозділяються на *предметні* і *знакові*. Сьогодні до них потрібно додати ще й *ігрові* моделі, що здобувають все більшого визнання.

Предметні моделі – це фізичні тіла чи системи. Свої функції предметна модель реалізує власною структурою (форма, матеріал) або процесами, які відбуваються в ній. Природні моделі – це рослини, віруси, мікроби, тварини, люди. Штучні моделі – це створені руками людини об'єкти: макети, глобуси, плакати, ляльки, манекени чи знаряддя (наприклад, тренувальний манекен в боротьбі чи боксерська груша).

Знаковими називають моделі, сконструйовані із систем знаків, які саме і несуть інформацію. Фізична природа знаків не має безпосереднього стосунку до властивостей оригіналу, що підлягає моделюванню. Суттєвим є лише значення, яке ця система знаків виражає. Дуже поширені графічні знаки: літери, слова, тексти, цифри, формули, креслення. Знаки можна

наносити на папір, передавати на екран телевізора чи комп'ютера тощо. Знаки можуть бути реалізовані у вигляді звуків (мова, музика, сигнали). Знаками можуть бути жести або рухи тіла (пантоміма, балет). Правила з'єднання знаків і опису значення їх комбінацій поєднуються в мови, що можуть бути природними чи спеціально створеними (штучними, як алгоритмічні мови написання комп'ютерних програм). Приклади знакових моделей: метеорологічна карта, радіосхема, соціологічна анкета, алгоритмічна мова Бейсік, перелік членів трупи театру, де прізвище актора доповнене відомостями про його амплуа, нотний запис музичної п'єси.

Ігровими моделями є популярні сьогодні ділові ігри в галузі економіки, політики, бізнесу, військові штабні навчання й маневри.

Впровадження математики в ігрові моделі дало поштовх до розвитку нової математичної дисципліни – *теорії ігор*.

Специфіка теорії ігор полягає в тому, що вона досліджує конфліктні ситуації, які виникають у зіткненні двох чи більше «ворогуючих» сторін, у результаті якого хтось має виграти, а хтось програти. Причому часто конфлікт відбувається в умовах невизначеності інформації про дії супротивника. Творцем сучасної теорії ігор вважається Дж. фон Нейман (1903–1957), якому належить доведення основного факту теорії – так званої теореми про *мінімакс*, яку у вільному викладі приблизно можна сформулювати так: якщо грають два гравці (або команди) I та II, то існує таке число k , що називається *ціною гри*, за якої II може виграти за одну гру суму, яка в середньому дорівнює k , а I може перешкодити йому втратити більшу суму. Для II існує оптимальна стратегія здобути виграш, що дорівнює k , за

одну гру, а гравець I застосувавши свою оптимальну стратегію, програє не більше, ніж k . Це співвідношення виграшу та програшу називається і в теорії ігор «принципом мінімакса»:

$$\max [\min V (I, II)] = \min [\max V (I, II)] = k, \quad (11.1)$$

де $V (I, II)$ – функція втрат.

Точка перетину стратегій гравців I та II називається *сідловою точкою гри*. Суми вигравів (грошові чи в очках, балах) у теорії ігор зображують матрицею платежу (матрицею виграшу):

$$\text{Сума виграшу I} = \begin{pmatrix} a_{11} \dots a_{1n} \\ a_{21} \dots a_{2n} \\ \dots \dots \dots \\ a_{m1} \dots a_{mn} \end{pmatrix}, \quad (11.2)$$

де a_{ij} – елемент матриці, що означає виграш першого гравця, який використовує певну стратегію.

Якщо відправною точкою класифікації вважати спосіб пізнання дійсності, то варто розрізнити моделі *науково-технічні, життєві і художні*.

Науково-технічними тут названо моделі, які використовуються в науці, військовій справі, техніці, політиці, спорті тощо.

Життєвими варто називати ті моделі, що слугують для отримання і передачі знань у повсякденні (наприклад, дитячі іграшки та ігри; «проведення» в уяві майбутньої важливої бесіди; ресторанне меню тощо). Узагалі моделі такого роду звичайно моделями не називають, бо на процесах здобуття життєвих знань увага практично не фіксується.

Моделі, що називаються *художніми*, звичайно є добутком мистецтва.

Особливу роль у науці та практиці відіграють знакові математичні моделі.

Математична модель відображає якісні зв'язки і кількісні взаємовідносини в реальному об'єкті чи процесі. Математичні моделі процесів називаються імітаційними. Усі математичні моделі можна класифікувати за такими властивостями:

- час постійного чи змінного параметра;
- наявність чи відсутність випадкових або невизначених факторів;
- кількість сторін, що ухвалюють рішення;
- вигляд критерію ефективності та накладених обмежень.

Модель може бути *статичною*, тобто відбивати структуру оригіналу, може бути *динамічною*, тобто відображати функціонування чи поведінку оригіналу. Іноді та сама модель може в одному випадку відігравати роль статичної, а в іншому – динамічної. Або відображений статичною моделлю стан явища часто є одним із станів динамічної ситуації, що розгортається у часі.

Залежно від кількості сторін, що розробляють прогноз, математичні моделі поділяються на *нормативні* та *описові*.

Залежно від наявності чи відсутності випадкових факторів, моделі можна поділити на *детерміновані*, тобто визначені (наприклад, розподіл ігрових амплуа в баскетбольній команді), *стохастичні* тобто випадкові (наприклад, прогнозування спортивного результату) та *теоретико-ігрові*. Останній вид моделей найскладніший для розгляду і потребує розв'язання за допомогою ПК.

Розглянемо невеличкий приклад. Припустимо нас зацікавив об'єм рідини, яку може вмістити склянка, що

стоїть перед нами. Цей об'єм, звісно, можна вирахувати, наприклад, наливши в склянку води і виливши потім воду в спеціальний посуд із мірними рисками. Але якщо ми скажемо, що склянка – це круглий циліндр з діаметром основи d та висотою h , то перейдемо тим самим до математичної моделі, яка дає змогу отримати відповідь: об'єм рідини, яку містить склянка, становить $(h \times \pi \times d^2) / 4$ без проведення експерименту, але й без урахування недосконалості реальної форми склянки, поверхового натягу тощо.

Модель, звісно, простіша за сам об'єкт і описує його лише приблизно, імітує не всі, а лише найважливіші (для конкретного дослідження) його особливості. Реальний об'єкт у свою чергу може мати кілька різних моделей, що характеризують його з різних боків. Знаходження адекватної і водночас досить простої для дослідження моделі – це дуже складне завдання!

Якщо узагальнити наведене вище, то про всі моделі можна сказати, що вони є загальним засобом пізнання. А моделювання, як спосіб створення і використання моделі, можна назвати аналоговим способом пізнання навколишньої дійсності.

Структури, способи створення, схеми застосування моделей дуже різноманітні. З моделями зустрічаємося в різних галузях людської діяльності, і в кожній з них виникають свої відтінки значення цього поняття. Границі класів, що все-таки вводяться для наведення хоча б відносного порядку в класифікації моделей, виявляються найчастіше розмитими, і всі ці класифікації моделей дуже умовні. Однак, в усіх моделях є загальна риса – вони відображають наявну чи спроектовану дійсність не безпосередньо, а через свідомість модельєра-творця. Найповнішою і, в той же час простою,

є, на наш погляд, класифікація моделей (рис. 11.1). За цією класифікацією образні моделі містять у собі різні гіпотетичні моделі, моделі-аналоги та інші модельні уявлення, знакові – це символльні, певним чином інтерпретовані знакові системи, а образно-знакові (змішані) складаються із різних схем, графіків, карт, структурних формул, креслень тощо. Інша категорія – матеріальні моделі – містить просторово подібні (макети, муляжі, просторові моделі в хімії тощо), фізично подібні (моделі, що мають фізичну подібність до оригіналу) та математично подібні – аналогові моделі, структурні моделі – цифрові машини, кібернетичні пристрої тощо.

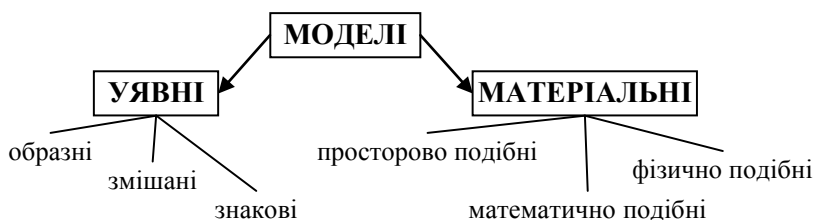


Рис. 11.1. Класифікація моделей

Нині моделювання в галузі фізичної культури і спорту має велике значення з низки причин. По-перше, це причини об'єктивного характеру – безпосереднє дослідження самого об'єкта неможливе або коштовне, чи вимагає надто тривалого часу. По-друге, це суб'єктивні причини, які виникають через розподіл пізнавальних функцій сучасної науки. Застосування системного підходу, створення різних автоматизованих систем керування процесами та автоматизованих інформаційних систем, а також і той факт, що суттєво підвищилася теоретична підготовка тренерів і фахівців у галузі фізичної культури та спорту, дає об'єктивну можливість

впроваджувати методи математичного моделювання в сучасний спорт.

Вихідною інформацією для моделювання можуть бути як об'єктивні дані про тенденції зміни об'єктів спортивного прогнозування, так і думки експертів про можливі майбутні способи і результати розвитку тренувально-змагальної діяльності.

У сучасній спортивній діяльності найчастіше застосовується класифікація моделей на три типи:

- фізично-речовинні;
- матеріально-математичні;
- логіко-математичні.

До першого типу належать моделі, які мають фізичну, хімічну чи біологічну природу, що подібна до природи досліджуваного явища, і які зберігають, як правило, геометричну подібність до оригіналу й відрізняються від нього лише розмірами, швидкістю впливу досліджуваних явищ й іноді матеріалом (наприклад, продування в аеродинамічній трубі зменшеної моделі стрибунка із трампліна для дослідження деяких його аеродинамічних властивостей).

До другого типу належать моделі, що мають відмінну від прототипу фізичну, хімічну чи біологічну природу, але до яких можна застосувати однаковий з оригіналом математичний опис. У спорті до моделі такого типу можна віднести: розробку модельних вимог до ідеального спортсмена; моделювання змагальних умов на тренувальних заняттях; застосування технічних засобів навчання, різного роду програмувальних тренажерів для вдосконалення необхідних фізичних якостей, спортивної техніки й тактичного мислення спортсменів; по-четверте, розробку нових схем планування навчально-тренувального процесу.

До третього типу належать моделі, які конструюються зі знаків. У моделях третього типу важливі тільки суто логічні чи математичні властивості, фізична, хімічна чи біологічна характеристика прототипу і моделі вже не відіграє ніякої ролі. У спорті – це кореляційні, регресивні та факторні моделі:

- підвищення спортивних результатів у видах спорту з кількісними параметрами їх фіксації;

- рівня тренуваності;

- структури фізичних якостей;

- структури технічної майстерності спортсмена;

- взаємозв'язку всіх сторін підготовленості до змагань;

- ступеня надійності змагальної діяльності спортсмена;

- взаємозв'язку всіх сторін системи підготовки спортсменів в Україні.

Будь-яка модель (фізична чи математична) повинна мати такі ознаки:

- об'єктивно відповідати об'єкту, який вона моделює;

- мати здатність замінити об'єкт, який вона моделює, на певних етапах пізнання;

- давати в ході дослідження певну інформацію, що дозволяє досліду перевірку;

- мати досить чіткі правила переходу від модельної інформації до інформації про сам об'єкт, що моделюється.

Найчастіше в повсякденній спортивній практиці моделюються які-небудь параметри тренувально-змагальної діяльності спортсмена. Як відомо, без знання моделей найсильніших спортсменів як головної мети, до якої треба готувати кожного спортсмена в результаті

тренувального процесу в тому чи іншому виді спорту, неможливо вирішити проблему ефективного керування спортивною діяльністю. У результаті такого моделювання одержують модельні характеристики – граничні значення вимірювання конкретних величин, параметри спортивного вдосконалення, критерії відбору за допомогою вибіркового методу математичної статистики, який докладно розглянуто в четвертому розділі.

Питання для самостійного опрацювання

1. Що означає слово «модель» в загальноживаному значенні?
2. Загальне визначення моделі і методу моделювання.
3. Класифікація моделей за різними ознаками.
4. Які моделі називають предметними, знаковими та ігровими?
5. Що ви знаєте про теорію ігор?
6. Що називають математичною моделлю і які її основні ознаки?
7. Наведіть класифікацію моделей.
8. Як використовується математичне моделювання в спортивній практиці?

СЛОВНИК НАУКОВЦЯ-ПОЧАТКІВЦЯ

Абстрагування – метод наукового пізнання, що ґрунтується на формуванні образу реального об'єкта шляхом мисленнєвого відокремлення певних ознак, властивостей, зв'язків і аспектів, що цікавлять дослідника, з одночасним ігноруванням багатьох інших другорядних його властивостей.

Абсурд (нісенітниця) – твердження, що не має ніякого змісту в межах даної теоретичної системи, принципово не сумісне з нею.

Автореферат – це реферат власної, авторської, наукової роботи (дисертації). Завданням автореферату є розкриття найважливіших аспектів цієї роботи з тим, щоб читач зміг самостійно опрацювати першоджерела.

Авторське право – розділ цивільного права, яким регулюються відносини, пов'язані зі створенням і використанням досягнень у галузі науки і культури.

Адекватність – рівність, відповідальність, тотожність.

Ад'юнкт – аспірант вищого військового навчального або науково-дослідного закладу; до 1917 року в Західній Європі, Україні – молодша наукова посада, помічник професора.

Академік (дійсний член академії наук) – звання вченого, що обраний дійсним членом відповідної академії (національної та галузевих наук України). Найвище вчене звання.

Академія (наукова) – провідний науковий центр (установа) у сфері наукової діяльності.

Аксіома – положення, що приймається без доведення.

Актуальність – важливість, значимість чого-небудь на сьогодні, сучасність,

Алгоритм – система правил для розв’язання певного класу задач.

Альтернатива (один з двох) – необхідність вибору між двома або кількома можливостями, що виключають одна одну.

Аналіз – процедура мисленнєвого розчленування досліджуваного об’єкта з метою його більш глибокого пізнання. Зміст аналізу полягає у зведенні складних понять і уявлень про об’єкт до більш загальних і простих.

Аналогія (відповідність, подібність, схожість) – умовивід, внаслідок якого на основі подібності об’єктів за одними ознаками роблять висновок про ймовірність такої подібності і за іншими ознаками. Аналогія дає поштовх до висловлювання припущень.

Анотація – коротка характеристика книги, статті або рукописного твору, що є викладом змісту першоджерела.

Апостеріорі – знання, набуте з досвіду.

Апріорі – знання, що передуює досвіду, знання як таке, що не потребує підтвердження досвідом (дослідженням).

Апробація (опробування) – схвалення, ствердження, визнання; метод оцінки якості на основі обстеження, аналізу.

Аргумент – підстава, доказ, які наводяться для обґрунтування, підтвердження чогось.

Архів – сукупність документів, що утворюються внаслідок діяльності установ, організацій, товариств і окремих осіб.

Асоціація – зв'язок між елементами психіки, за якого поява одного елемента в певних умовах спричинює появу іншого, з ним пов'язаного.

Аспірант – особа, що навчається в аспірантурі.

Аспірантура – система підготовки науковців і викладачів при наукових або вищих навчальних закладах, результатом якої є захист дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук (доктора філософії).

ББК – бібліотечно-бібліографічна класифікація творів друку.

Бібліографія – науковий, систематизований перелік і опис книжок та інших віщань.

Бібліотека – установа, що збирає і зберігає друковані та рукописні матеріали, організовує громадське користування літературою, проводить довідково-бібліографічну роботу.

Вербальна інформація – інформація, що повідомляється усно (словами).

Верифікація – повторюваність результату дослідження.

Версія – один із кількох, відмінних один від одного, викладів або пояснень якогось факту, події.

Визначення – логічна дія, з допомогою якої певний об'єкт відрізняють від інших об'єктів способом встановлення його специфічних і типових ознак чи такого розкриття змісту терміна, який позначає даний об'єкт, замінює опис його властивостей.

Виняток – відхилення від норми, від загального правила.

Висновок – остаточна думка про щось, логічний підсумок, зроблений на основі спостережень або розгляду якихось фактів.

Відгук – критична стаття, що містить оцінку кого або чого-небудь.

Відтворення (результату дослідження) – можливість повторного отримання відомих наукових результатів їхнім автором або іншими вченими при дотриманні описаної методики досліджень.

Вірогідний – який не викликає сумніву, правдивий, гідний довір'я.

Вміння – засвоєний суб'єктом спосіб виконання дій, який забезпечується сукупністю набутих знань і навичок.

Вчений – фізична особа, яка має вищу освіту і проводить фундаментальні та (або) прикладні наукові дослідження, отримуючи наукові та (або) науково-технічні результати.

Геніальність – найвищий ступінь обдарованості, прояву творчих сил людини.

Градація – послідовність, поступовість у розміщенні чого-небудь, розподіл однорідних предметів, понять за ступенем якості або кількості.

Графік – геометричне зображення функціональної залежності за допомогою лінії на площині.

Гатунок – сорт, різновид, розряд виробу за якістю.

Дефініція – коротке визначення, що відбиває суттєві риси якогось поняття.

Дипломна робота – заключна самостійна робота навчально-дослідницького характеру, яку виконують студенти, закінчуючи вищі навчальні заклади різних освітніх ступенів. Її мета – систематизація, перевірка та узагальнення набутих студентами теоретичних знань і практичних навичок.

Дипломник – студент, який працює над дипломним проектом, дипломною роботою.

Дисертант – особа, яка готує або прилюдно захищає дисертацію на здобуття наукового ступеня.

Дисертація – наукова праця, яку підготовлено для прилюдного захисту на здобуття вченого ступеня.

Дискусія – публічне обговорення якоїсь теми, проблеми, проекту, вислуховування часто протилежних думок.

Диспут – спір на наукову, літературну чи іншу тему, що відбувається перед аудиторією.

Дифірамб – (у переносному значенні) надмірна похвала.

Діагностика – розпізнання, аргументоване визначення певного стану об'єкта (рівня здібностей, знань, розумового розвитку, професійної придатності тощо).

Догма, догмат – поняття, ідеї, вчення, які вважаються істинними за будь-яких умов.

Догматизм – спосіб мислення, в якому те чи інше вчення або положення сприймається як закінчена вічна істина, як догма.

Доказовість – властивість правильного умовиводу, міркування, що полягає в обґрунтованості тези аргументами, внаслідок чого теза обов'язково має бути визнаною істинним судженням.

Доктор наук – вищий науковий ступінь, присуджений спеціалізованою вченою радою претенденту за результатами публічного захисту дисертації.

Доктрина – наукова або філософська теорія, провідний теоретичний принцип.

Дослід – відтворення якогось явища в штучних умовах з метою його аналізу.

Дослідження – наукова праця, в якій аналізується яке-небудь питання.

Доцент – вчене звання і посада викладача вищого навчального закладу (нижче професора і вище асистента, викладача).

Евентуальний – можливий у якомусь випадку, за певних обставин, ймовірний.

Емпатія – пасивно-споглядацьке ставлення до почуттів, психічних станів іншої особи без активного втручання з метою надати дійову допомогу.

Експерт – фахівець, який здійснює експертизу.

Енциклопедія – наукове або науково-популярне довідкове видання, що містить найбільш суттєву інформацію з усіх або окремих галузей знань і практичної діяльності, про окремі регіони; відображає рівень науки і культури своєї епохи.

Ерудиція – широке і глибоке знання вченим не тільки тієї галузі науки, в якій він працює, а й суміжних.

Жюрі – група експертів, яка вирішує питання про розподіл місця і вручення нагород на конкурсах, змаганнях, виставках тощо.

Завдання – поставлена перед ким-небудь мета, замисел; заздалегідь визначений обсяг дорученої кому-небудь роботи.

Знання – результат процесу пізнавальної діяльності, перевірене суспільною практикою і логічно впорядковане відображення її у свідомості людини. Знання виявляються в системі понять, думок, уявлень та образів і т. ін., які мають певний обсяг і якість.

Ідентифікувати – визнавати однаковим, подібним.

Ідентичність – однаковість, тотожність, рівнозначність, подібність предметів, явищ або понять.

Ілюзія – необґрунтована надія, нездійснена мрія або хибне сприйняття дійсності, що виникає під впливом зовнішнього подразника, хворобливого стану нервової системи тощо.

Імовірний (ймовірний) – який припускається, як можливий.

Імператив – вимога, наказ, закон; загально визнане моральне правило на противагу особистому принципу; безумовний принцип поведінки.

Індекс – числовий чи буквенний покажчик, яким зазначають вирази, що позначаються однаковими символами, щоб відрізнити їх один від одного.

Індивідуум – окремих одиничний представник певного виду, роду, класу, множини предметів, окрема сутність, істота чи людина, що виділяється як об'єкт практичного або теоретичного відношення.

Ініціали – початкові літери імені та по батькові, прізвища.

Ініціатива – уміння самостійно розпочати щонебудь у потрібний момент; здатність висувати нові ідеї.

Інновація – нововведення на основі досягнень науки і передового досвіду.

Інтеграція наук – полягає у взаємопроникненні методів дослідження з одних наук в інші, у виробленні спільного для кількох наук підходу до вивчення, теоретичного опису й пояснення явищ.

Інтелект – розумові здібності людини: здатність орієнтуватися в навколишньому середовищі, адекватно його відображати.

Інтелігенція – люди, які професійно займаються розумовою працею.

Інтерес – форма прояву пізнавальної потреби, що забезпечує спрямованість особистості на усвідомлення

мети діяльності, сприяючи тим самим орієнтації, ознайомленню з новими фактами, більш повному і глибокому ознайомленню з дійсністю; об'єктивна причина діяльності суб'єкта, спрямованої на задоволення певних потреб.

Інтернет система комп'ютерних мереж, зв'язаних між собою в усьому світі; уможливорює спілкування та обмін інформацією.

Інтерпретація – тлумачення, пояснення, розкриття змісту чого-небудь.

Інтуїція – процес безпосереднього одержання знання з допомогою цілісного сприйняття проблемної ситуації без дискурсивного його виведення й доведення.

Каталог – систематизований перелік книг, експонатів та інших предметів, складений для полегшення їх пошуку.

Кваліфікація – ступінь професійної підготовки працівника, наявність у нього знань, умінь і навичок, необхідних для виконання ним певного виду роботи. Кваліфікація вченого – це поєднання ерудиції вченого та його творчих навичок у проведенні теоретичної і експериментальної роботи.

Кворум – кількість осіб присутніх на зборах, засіданні, яке забезпечує їх правомочність.

Класифікація – окремий випадок застосування логічної операції поділу обсягу понять, який полягає в розподілі предметів на класи на основі їхніх спільних ознак з утворенням певної системи класів даної сукупності предметів.

Коментар – пояснювальне тлумачення чи критичне зауваження до певного тексту, з приводу яких-небудь явищ, подій.

Компіляція – науковий або літературний твір, складений на основі запозичених в інших авторів матеріалів без самостійного їх дослідження та обробки.

Композиція – (складання, розміщення) – будова, структура наукового твору, зумовлена його змістом, характером і призначенням.

Конкретний – реально існуючий, цілком визначений.

Консервативний – який відстоює, захищає традиційне, вивірене часом.

Консерватор – противник нововведень, прихильник незмінності, традиційності чого-небудь.

Константа – стала, постійна величина.

Констатація – встановлення наявності чогось.

Консультація – порада компетентного фахівця.

Контекст – закінчений за змістом уривок письмового чи усного мовлення, з якого можна точно визначити зміст окремого слова чи висловлення, що входить до його складу.

Конформізм – пристосування, пасивна згода з існуючим станом речей, пануючих думок.

Концепція – система поглядів на певне явище, спосіб розуміння, тлумачення якихось явищ, основна ідея будь-якої теорії.

Копірайт – позначка, яка ставиться на друкованому виданні перед прізвиськом автора і вказує на захищеність авторських прав у відповідності до закону, позначається символом ©.

Креативність – творчість як вид діяльності; спрямованість на творення позитивного в умовах вільного вибору і творчої свободи.

Критерій – мірило для визначення, оцінки предмета чи явища; ознака, яку беруть за основу класифікації.

Корекція – виправлення, поліпшення чогось.

Кореляція – співвідношення, відповідність, взаємозв'язок предметів або понять.

Кредо – основні погляди, переконання.

Критерій – підстава для оцінки чогось.

Курсив – *друкарський похилий шрифт, подібний до рукописного*. Використовується для виділення частини тексту, викладеного прямим шрифтом.

Лабільний – нестійкий, рухливий.

Лабораторія – спеціально обладнане приміщення для наукових досліджень, навчальних робіт, контрольних аналізів та випробувань.

Магістр – освітньо-кваліфікаційний рівень фахівця, академічний ступінь (кваліфікація), який отримують бакалаври (дипломовані фахівці) в результаті засвоєння основної освітньої програми вищої освіти з тривалістю навчання один-два роки; дає право на отримання основних посад на ринку праці, продовження навчання в аспірантурі.

Мета – те, що хтось намагається досягнути, здобути, до чого прямує, кінцевий результат діяльності.

Метод – чітко окреслений спосіб дій, що провадяться з науковою метою.

Методика – сукупність методів опрацювання, виконання та дослідження чого-небудь.

Методологія – це 1) сукупність прийомів дослідження, що застосовуються в певній науці; 2) вчення про методи пізнання та перетворення дійсності.

Методологія науки – система методологічних і методичних принципів і прийомів, операцій і форм побудови наукового знання.

Моделювання – метод дослідження об'єктів пізнання на їх моделях. Модель, у найбільш загальному

розумінні, – специфічний об’єкт, що створюється в матеріальній, знаковій або концептуальній формі з метою отримання інформації про властивості, характеристики, взаємозв’язки об’єкта-оригінала довільної природи, що є суттєвими для завдання чи проблеми, яку розвиває суб’єкт.

Модуль (у техніці) – уніфікований функціональний вузол, який складається із взаємозамінюваного набору деталей і призначений для самостійної дії у приладі чи апараті (наприклад, основний, орбітальний, посадочний модулі космічного корабля).

Моніторинг – процедура систематичного збору даних з метою оцінювання якості та ефективності будь-якого процесу чи явища, керування і контролю, динаміки та прогнозування розвитку.

Монографія – наукове видання, що містить повне й вичерпне дослідження певної проблеми чи теми.

Мотиви – спонукальні причини дій і вчинків людини (те, що підштовхує до дії).

Навички – дії, які виконуються під час певної діяльності, завдяки багатократним повторенням стають автоматичними..

Наука – сфера людської діяльності, спрямована на вироблення й використання системи знань.

Науково-методичне забезпечення вищої освіти – забезпечення навчальною і науковою літературою, методологічними, дидактичними і методичними розробками відповідно до стандартів вищої освіти, яке здійснюється педагогічними колективами і/або органами виконавчої влади у галузі освіти.

Нонсенс – безглуздість, нісенітниця.

Норма – міра, взірєць, звичайний стан, оптимальна величина, достатня кількість і т.п.

Нострифікація – визнання диплома про зарубіжну вищу освіту нарівні з дипломом, виданим аналогічним вітчизняним вищим навчальним закладом

Ноутбук – портативний комп'ютер.

Ноу-хау – сукупність знань, навичок, засобів тощо, для виробництва і реалізації будь-якої продукції; запозичена новітня технологія.

Нумерація – процес ставлення на чому-небудь номерів у послідовному порядку.

Об'єктивність – неупередженість наукового осягнення дійсності, відображення об'єкта таким, яким він є сам по собі, в його різноманітних відношеннях і розвитку. Об'єктивне – це дійсність, яка існує поза й незалежно від свідомості суб'єкта.

Огляд (науковий) – науковий документ, що містить систематизовані наукові дані з певної тематики, отриманий внаслідок аналізу першоджерел; призначення – ознайомити із сучасним станом даної наукової проблеми і перспективами її розвитку.

Ознака – риса, властивість.

Опонент – особа, яка заперечує чи спростовує твердження доповідача, противника у диспуті, оцінює працю дисертанта під час захисту дисертації на здобуття наукового ступеня.

Оратор – особа, яка виголошує промову, володіє майстерністю публічного виступу.

Ортодокс – людина, яка неухильно дотримується певних переконань, напрямів, учень.

Ототожнення – вид абстракції, суть якої в утворенні поняття через об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями типу рівності в особливий склад (залишаючи осторонь деякі індивідуальні якості предметів).

Очевидний – дуже помітний, який неможливо приховати; який не викликає сумнівів.

Параграф – частина тексту всередині розділу книги, статті і т. ін., що має самостійне значення і звичайно позначається знаком § з порядковим номером.

Парадигма – теорія (або модель постановки проблеми), прийнята за зразок вирішення дослідницьких завдань певним науковим співтовариством.

Парадокс – думка, що розходиться із загальноприйнятою, начебто суперечить здоровому глуздові, хоч насправді може й не бути хибною.

Паспорт спеціальності – складається з шифру спеціальності, напрямків досліджень і галузей наук, за якими присуджується науковий ступінь.

Періодизація – поділ процесів розвитку на основні періоди, що якісно відрізняються один від одного.

Перманентний – який триває безперервно, постійно.

Підручник – друковане видання, що містить систематизований виклад певної навчальної дисципліни відповідно до чинної навчальної програми.

Пізнання – процес цілеспрямованого активного відображення об'єктивного світу у свідомості людей.

Плагіат – привласнення авторства на чужий твір науки, літератури, мистецтва; на чуже відкриття, а також використання в своїх працях чужого твору без посилання на автора.

Поняття – одна з форм мислення, в якій відображаються загальні суттєві властивості предметів і явищ об'єктивної дійсності, загальні взаємозв'язки між ними у вигляді цілісної сукупності ознак.

Посібник навчальний – друковане видання, що відповідає окремим розділам програми навчальної дисципліни і може частково доповнювати підручник.

Презентація – публічне представлення, показ чого-небудь.

Проблема – складне теоретичне або практичне питання, що потребує розв'язання, вивчення, дослідження.

Прогноз – науково аргументоване передбачення, що дає інформацію про розвиток певних явищ, процесів.

Пропедевтика – вступ до курсу будь-якої науки, який викладається в стислій і елементарній формі; подання попередніх знань про щось.

Професіографія – технологія вивчення вимог, які ставить професія до особистісних якостей, психологічних здібностей, психолого-фізичних можливостей людини.

Професор – вчене звання, що присвоюється уповноваженим найвищим атестаційним органом особі, яка займається науково-педагогічною діяльністю, за клопотанням вищого навчального закладу або науково-дослідної організації.

Процес – сукупність подій, станів, змін, яка має певну цілісність і спрямованість.

Ранжирування – послідовне розміщення чогось.

Реєстр – список, перелік когось або чогось.

Резюме – короткий виклад змісту чого-небудь.

Рейтинг – суб'єктивна оцінка (порядок, черговість, класифікація) якогось явища за даною шкалою.

Репрезентативність (у статистиці) – відповідність характеристик, отриманих унаслідок вибіркового спостереження, показникам, що характеризують всю генеральну сукупність. Відмінність між названими показниками є похибкою репрезентативності – випадковою або систематичною.

Реферат – короткий виклад наукової праці, вчення, змісту книги тощо.

Рецензія – письмовий відгук з аналізом і оцінкою наукової праці.

Розвиток – специфічний процес зміни, результатом якого є виникнення якісно нового; поступальний процес сходження від нижчого до вищого, від простого до складного. Механізм становлення нового, джерело й загальна спрямованість розвитку визначаються об'єктивними законами.

Розділ – присвячена певній темі частина наукової праці, книжки, статті.

Рубрикація наукової праці – чіткий розподіл наукової праці на окремі логічно пов'язані між собою частини, кожній з яких надається короткий і зрозумілий заголовок, що відображає її зміст (випуски, томи, частини, розділи, підрозділи, параграфи, підпараграфи).

Рукопис – неопублікований текст, написаний від руки або надрукований.

Світогляд – форма суспільної самосвідомості людини, через яку вона сприймає, осмислює та оцінює навколишню дійсність як світ свого буття та діяльності, визначає і сприймає своє місце і призначення в ньому.

Система – сукупність визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія.

Системний підхід – напрям у спеціальній методології науки, завданням якого є розробка методів дослідження й конструювання складних за організацією об'єктів як систем.

Слово ключове – слово або словосполучення, що найбільш повно і специфічно характеризує (відображає) зміст наукової праці або її частини.

Специфіка – особливість, властива даному предмету, явищу; суттєві ознаки, що відрізняють один об'єкт від іншого.

Стандарт – норма, зразок, мірило.

Стаття – вид оперативної публікації отриманих нових результатів дослідження з конкретної тематики.

Стенограма – запис промови, доповіді, переговорів тощо, виконаний способом стенографії.

Структура – будова, розміщення, порядок – спосіб – закономірного зв'язку предметів і явищ природи та суспільства, мислення та пізнання; сукупність суттєвих зв'язків між виділеними частинами цілого, що забезпечує його єдність; внутрішня будова чого-небудь.

Суб'єкт і об'єкт (у філософії) – суб'єкт – як носій діяльності, об'єкт – те, на що спрямована діяльність.

Субординація – система підкорення (підлеглості) нижчестоящих органів і посадових осіб вищестоящим; виконання правил службової дисципліни; субординація категорій – зв'язок, за якого більшість елементів системи не є самостійною, а визначається іншими її елементами, підпорядковується їм.

Суттєвий – становить суть чого-небудь.

Схема – це зображення, що передає за допомогою умовних позначень і без збереження масштабу основну ідею якогось пристрою, приладу, споруди чи процесу і показує взаємозв'язок їх головних елементів.

Талант – якісно вищий рівень здібності особистості. Це поєднання різного ступеня генетично зумовленої обдарованості з працею. Передумовою таланту є задатки людини, які можуть перетворитися на реальність при наявності сприятливих соціальних факторів.

Творчість – продуктивна людська діяльність, здатна породжувати якісно нові матеріальні та духовні цінності суспільного знання.

Тези – стислий виклад основних положень, думок, спостережень, експериментів, публікація яких передбачає попереднє ознайомлення учасників конференцій, семінарів, симпозіумів та інших наукових форумів з результатами проведеного дослідження.

Теологія – вчення, за яким розвиток є здійсненням наперед визначеної мети і все в розвитку природи та суспільства вважається доцільним.

Тенденція – напрям розвитку, що відзначається перевагою одних моментів над іншими.

Термін – слово або словосполучення, що означає чітко окреслене спеціальне поняття якої-небудь галузі науки, техніки, мистецтва, суспільного життя тощо.

Тираж – кількість примірників друкованого видання.

Титул – перша сторінка друкованої праці, на якій розміщено назву, прізвище автора, рік і місце видання.

Толерантність – терпимість до чужих думок і вірувань.

Традиція – елементи соціальної і культурної спадщини, що передається наступним поколінням і зберігаються протягом тривалого часу в суспільстві в цілому чи в окремих соціальних групах.

Узагальнення – мислений перехід від розгляду окремих об'єктів (предметів, явищ, процесів, фактів, понять і т. п.) до більш високого рівня абстракції шляхом виявлення загальних ознак (властивостей, відношень, тенденцій розвитку і т.п.), що можуть бути притаманні кожному з досліджуваних об'єктів.

Уніфікація – приведення будь-чого до однаковості, до однієї форми чи системи.

Файл – набір інформації, однотипної за структурою і способом використання в ПК, який у процесі обробки і передачі розглядається як єдине ціле.

Факт – дійсна подія, явище, випадок; те, що служить підтвердженням будь-якого положення або висновку.

Фактор – умова, рушійна сила, причина будь-якого процесу або явища, яка визначає його характер або одну з його характерних рис. Інша назва – чинник.

Феномен – виняткове, незвичайне, рідкісне явище, людина надзвичайних здібностей, властивостей.

Формат – розмір книги, газети, аркуша, ілюстрації тощо.

Формулювати – висловлювати свої думки.

Фрагмент – уламок, частина твору мистецтва, уривок тексту тощо.

Харизма – якість особистості, що викликає високу повагу до неї та безумовну віру в її можливості; висока обдарованість, особлива привабливість.

Цілісність – поняття, що відображає певну завершеність, внутрішню єдність об'єкта, його відносну автономність, відокремленість від середовища.

Цитата – дослівний витяг з якогось тексту або чийсь слова, що наводяться письмово чи усно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азгальдов В. И. О квалиметрии / В. И. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М., 2003. – 232 с.
2. Ашмарин Б. А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании / Б. А. Ашмарин. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 126 с.
3. Баландин В. И. Прогнозирование в спорте / В. И. Баландин, Ю. М. Блудов, В. А. Плахтиенко. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 192 с. – (Наука спорту; Основы тренировки).
4. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / В. В. Барковський, Н. В. Барковська, О. К. Лопатін. – К. : ЦУЛ, 2002. – 448 с. – (Серія : Математичні науки).
5. Боровиков В. П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров / В. П. Боровиков. – 2-е изд. – М. : Компьютер Пресс, 2001. – 201 с.
6. Виленкин Н. Я. Популярная комбинаторика / Н. Я. Виленкин. – М. : Наука, 1995. – 207 с.
7. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособ. для вузов / В. Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1997. – 479 с.
8. Жалдак М. І. Початки теорії ймовірностей : посіб. для самоосвіти вчителів / М. І. Жалдак. – К. : Радянська школа, 1998. – 143 с.
9. Жлуктенко В. І. Теорія ймовірностей і математична статистика / В. І. Жлуктенко, С. І. Наконечний. – К. : ІЗМН, 1997. – 408 с.
10. Комп'ютерна техніка та програмування: електронні таблиці Excel : навч. матеріали для курсу практ. занять

- з вивчення Microsoft Exel / Кравцов В. В., Корнев В. П., Саватьев В. А. [та ін.]. – К. : НАУ, 1998. – 270 с.
11. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
 12. Круцевич Т. Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания / Т. Ю. Круцевич. – К., 1999. – 240 с.
 13. Лакин Г. Ф. Биометрия : учеб. пособ. / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 2003. – 343 с.
 14. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Exel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – К. : Морин, 2000. – 320 с.
 15. Масальгин Н. А. Математико-статистические методы в спорте / Н. А. Масальгин. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 151 с.
 16. Мороз І. В. Структура дипломних кваліфікаційних робіт і вимоги до їх написання та захисту / І. В. Мороз. – К., 1997. – 56 с.
 17. Начинская С. В. Основы спортивной статистики / С. В. Начинская. – К. : Вища шк., 1987. – 189 с.
 18. Основы математической статистики : учеб. пособ. для ин-тов физ. культ. / под ред. В. С. Иванова. – М. : Физкультура и спорт, 1990. – 176 с.
 19. Садовский Л. Е. Математика и спорт / Л. Е. Садовский, А. Л. Садовский. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 192 с. – (Библиотечка «Квант». Вып. 44).

20. Сергієнко Л. П. Тестування рухових здібностей школярів / Л. П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2001. – 440 с.
21. Спортивная метрология : учеб. / под ред. В. М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
22. Статистика. Обработка спортивных данных на компьютере : учеб. пособ. для студ. высших учеб. заведений физ. культуры / под ред. М. П. Шестакова, Г. И. Попова. – М. : Спорт Академ Пресс, 2002. – 278 с.
23. Теоретико-імовірнісні та статистичні метода в економетриці та фінансовій математиці / М. М. Леоненко, Ю. С. Мішура, В. М. Пархоменко [та ін.]. – К. : Інформтехніка, 1995. – 234 с.
24. Теорія статистики : навч. посіб. / П. Г. Вашків, П. І. Пастер, В. П. Сторожук [та ін.]. – К. : Либідь, 2001. – 320 с.
25. Тюрин Ю. Н. Статистический анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макарова. – М. : ИНФРА-М, 1998. – 528 с.
26. Цехмістрова Г. С. Основи наукових досліджень : навч. посіб. / Г. С. Цехмістрова. – К. : Видавничий Дім «Слово», 2003. – 240 с.

ДОДАТКИ

Таблиця 1

Критичні точки двобічного розподілу Стьюдента ($t_{гр}$)

N	Рівень значущості α				N	Рівень значущості α			
	0,1	0,05	0,01	0,001		0,1	0,05	0,01	0,001
1	6,314	12,706	63,657	636,61	21	1,721	2,080	2,831	3,819
2	2,920	4,308	9,925	31,599	22	1,717	2,074	2,819	3,792
3	2,353	3,182	5,841	12,924	23	1,714	2,069	2,807	3,768
4	2,132	2,776	4,604	8,610	24	1,711	2,064	2,797	3,745
5	1,943	2,447	3,707	5,959	25	1,708	2,060	2,787	3,725
6	1,943	2,447	3,707	5,959	26	1,706	2,056	2,779	3,707
7	1,895	2,365	3,499	5,408	27	1,703	2,052	2,771	3,690
8	1,860	2,306	3,355	5,041	28	1,701	2,048	2,763	3,674
9	1,833	2,262	3,250	4,781	29	1,699	2,045	2,756	3,659
10	1,812	2,228	3,169	4,587	30	1,697	2,042	2,750	3,646
11	1,795	2,201	3,106	4,437	40	1,684	2,021	2,704	3,551
12	1,782	2,179	3,055	4,318	50	1,676	2,009	2,678	3,505
13	1,771	2,160	3,012	4,221	60	1,664	2,000	2,660	3,505
14	1,761	2,145	2,977	4,140	80	1,664	1,990	2,639	3,416
15	1,753	2,131	2,947	4,073	100	1,660	1,984	2,626	3,391
16	1,746	2,120	2,921	4,015	120	1,658	1,980	2,617	3,373
17	1,740	2,110	2,898	3,965	200	1,653	1,872	2,601	3,340
18	1,734	2,101	2,878	3,922	500	1,648	1,965	2,586	3,310
19	1,729	2,093	2,861	3,883	∞	1,645	1,960	2,580	3,291
20	1,725	2,086	2,845	3,850					

Таблиця 2

Критичні точки однобічного розподілу Фішера ($F_{гр}$)
 (k_1 – число ступенів свободи більшої дистанції, k_2 – число ступенів свободи меншої дистанції; верхні числа відповідають рівню значущості 0,05, середні – 0,01 й нижні – 0,001)

$k_2 \backslash k_1$	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20	40	100
4	6,4 16,0 53,4	6,3 15,5 51,7	6,2 15,2 50,5	6,1 15,0 49,8	6,0 14,8 49,0	6,0 14,7 48,6	6,0 14,5 48,2	5,9 14,4 47,4	5,8 14,1 46,6	5,8 14,0 46,2	5,7 13,7 45,4	5,7 13,6 44,7
5	5,2 11,4 31,1	5,0 11,1 29,8	5,0 10,7 28,8	4,9 10,5 28,2	4,8 10,3 27,6	4,8 10,3 27,3	4,7 10,1 27,0	4,7 9,9 26,4	4,6 9,7 25,8	4,6 9,6 25,4	4,5 9,3 24,8	4,4 9,1 24,3
6	4,5 9,2 21,9	4,4 8,8 20,8	4,3 8,5 20,0	4,2 8,3 19,5	4,2 8,1 19,0	4,1 8,0 18,8	4,0 7,9 18,5	4,0 7,7 18,0	3,9 7,5 17,5	3,9 7,4 17,2	3,8 7,1 16,6	3,7 7,0 16,2
7	4,1 7,9 17,2	4,0 7,5 16,2	3,9 7,2 15,5	3,8 7,0 15,1	3,7 6,8 14,6	3,7 6,7 14,4	3,6 6,6 14,2	3,6 6,5 13,7	3,5 6,2 13,2	3,4 6,2 13,0	3,3 5,9 12,5	3,3 5,8 12,1
8	3,8 7,0 14,4	3,7 6,6 13,5	3,6 6,4 12,9	3,5 6,2 12,5	3,4 6,0 12,0	3,4 5,9 11,8	3,3 5,8 11,6	3,3 5,7 11,2	3,2 5,5 10,8	3,2 5,4 10,5	3,1 5,1 10,1	3,0 5,0 9,7
9	3,6 6,4 12,6	3,5 6,1 11,7	3,4 5,8 11,1	3,3 5,6 10,8	3,2 5,5 10,4	3,2 5,4 10,2	3,1 5,3 10,0	3,1 5,1 9,6	3,0 4,9 9,2	2,9 4,8 8,9	2,8 4,6 8,5	2,8 4,4 8,1
10	3,5 6,0 11,3	3,3 5,6 10,5	3,2 5,4 9,9	3,1 5,2 9,6	3,1 5,1 9,2	3,0 5,0 9,0	3,0 4,9 8,9	3,0 4,7 8,5	2,9 4,5 8,1	2,8 4,4 7,8	2,7 4,1 7,4	2,6 4,0 7,1
12	3,3 5,4 9,6	3,1 5,1 8,9	3,0 4,8 8,4	2,9 4,7 8,1	2,9 4,5 7,7	2,8 4,4 7,5	2,8 4,3 7,4	2,7 4,2 7,0	2,6 4,0 6,7	2,5 3,7 6,5	2,4 3,6 6,1	2,4 3,5 5,7
14	3,1 5,0 8,6	3,0 4,7 7,9	2,9 4,5 7,4	2,8 4,3 7,1	2,7 4,1 6,8	2,7 4,0 6,6	2,6 3,9 6,5	2,5 3,8 6,1	2,4 3,6 5,8	2,4 3,5 5,6	2,3 3,3 5,2	2,2 3,1 4,9
16	3,0 4,8 7,9	2,9 4,4 7,3	2,7 4,2 6,8	2,7 4,0 6,5	2,6 3,9 6,2	2,5 3,8 6,1	2,5 3,7 5,9	2,4 3,5 5,6	2,3 3,4 5,3	2,3 3,3 5,1	2,2 3,0 4,7	2,1 2,9 4,4
18	2,9 4,6 7,5	2,8 4,2 6,8	2,7 4,0 6,4	2,6 3,8 6,1	2,5 3,7 5,8	2,5 3,6 5,5	2,4 3,5 5,1	2,3 3,4 4,8	2,2 3,2 4,7	2,2 3,1 4,7	2,1 2,8 4,3	2,0 2,7 4,0
20	2,9 4,4 7,1	2,7 4,1 6,5	2,6 3,9 6,0	2,5 3,7 5,7	2,5 3,6 5,4	2,4 3,5 5,3	2,4 3,4 5,1	2,3 3,2 4,8	2,2 3,0 4,5	2,1 3,0 4,4	2,0 2,7 4,0	1,9 2,5 3,7
40	2,6 3,8 5,8	2,4 3,5 5,2	2,3 3,3 4,8	2,2 3,1 4,6	2,2 3,0 4,3	2,1 2,9 4,2	2,1 2,8 4,0	2,0 2,7 3,7	1,9 2,5 3,5	1,8 2,4 3,3	1,7 2,1 3,0	1,6 1,9 2,6
100	2,5 3,5 5,0	2,3 3,2 4,5	2,2 3,0 4,1	2,1 2,8 3,9	2,0 2,7 3,7	2,0 2,6 3,4	1,9 2,5 3,4	1,9 2,4 3,1	1,7 2,2 2,8	1,7 2,1 2,7	1,5 1,8 2,3	1,4 1,6 1,9

Границі критичного інтервалу критерію «знаків»

n	інтервал	n	інтервал	n	інтервал	n	інтервал
5	0–5	29	9–20	53	19–34	77	30–47
6	1–5	30	10–20	54	20–34	78	30–48
7	1–6	31	10–21	55	20–35	79	31–48
8	1–7	32	10–22	56	21–35	80	31–49
9	2–7	33	11–22	57	21–36	81	32–49
10	2–8	34	11–23	58	22–36	82	32–50
11	2–9	35	12–23	59	22–37	83	33–50
12	3–9	36	12–24	60	22–38	84	33–51
13	3–10	37	13–24	61	23–38	85	33–52
14	3–11	38	13–25	62	23–39	86	34–52
15	4–11	39	13–26	63	24–39	87	34–53
16	4–12	40	14–26	64	24–40	88	35–53
17	5–12	41	14–27	65	25–40	89	35–54
18	5–13	42	15–27	66	25–41	90	36–54
19	5–14	43	15–28	67	25–41	91	36–55
20	6–14	44	16–28	68	26–42	92	37–55
21	6–15	45	16–29	69	26–43	93	37–56
22	6–16	46	16–30	70	27–43	94	38–56
23	7–16	47	17–30	71	27–44	95	38–57
24	7–17	48	17–31	72	28–44	96	38–58
25	8–17	49	18–31	73	28–45	97	39–58
26	8–18	50	18–32	74	29–45	98	39–59
27	8–19	51	19–32	75	29–46	99	40–59
28	9–19	52	19–33	76	29–47	100	40–60

Таблиця 4

Граничні значення критерію Уайта (T_{гр})

Більше число спостережень	Менше число спостережень														
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
4			11												
5		6	11	77											
6		7	12	18	26										
7		7	13	20	27	36									
8	3	8	14	21	29	38	49								
9	3	8	15	22	31	40	51	63							
10	3	9	15	23	32	42	53	65	78						
11	4	9	16	24	34	44	55	68	81	96					
12	4	10	17	26	35	46	58	71	85	99	115				
13	4	10	18	27	37	48	60	73	88	103	119	137			
14	4	11	19	28	38	50	63	76	91	106	123	141	160		
15	4	11	20	29	40	52	65	79	94	110	127	145	164	185	
16	4	12	21	31	42	54	67	82	97	114	131	150	169		
17	5	12	21	32	43	56	70	84	100	117	135	154			
18	5	13	22	33	45	58	72	87	103	121	139				
19	5	13	23	34	46	60	74	90	107	124					
20	5	14	24	35	48	62	77	93	ΠΟ						
21	6	14	26	37	50	64	79	95							
22	6	15	26	38	51	66	82								
23	6	15	27	39	53	68									
24	6	15	28	40	55										
25	6	16	28	42											
26	7	17	29												
27	7	17													

Таблиця 5

Таблиця випадкових чисел (фрагмент)

44983	33834	54280	67850	96025	96117
89494	34431	44800	59892	79682	20308
54430	52632	94126	95597	48338	67645
96999	42104	34377	63309	82181	00278
17947	09227	32380	43636	58578	07761
30238	46126	85306	37114	22718	50584
22938	13073	32066	43098	75738	94910
89162	27750	63314	87302	49472	24885
16187	03303	40287	52435	23926	92544
21526	07401	30925	46148	20138	33874
42907	95158	27146	37012	43361	03173
21479	48265	01674	47274	56350	37512
90076	70233	76730	25043	16686	54737
93202	25355	93941	84434	22384	13240

Таблиця 6

Граничні значення критерію Вілкокеона ($W_{гр}$)
для сполучених варіантів (n – кількість парних наглядів)

n	α		n	α		n	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
6	1		13	18	11	20	53	39
7	3		14	22	14	21	60	44
8	5	1	15	26	17	22	67	50
9	7	3	16	31	21	23	74	56
10	9	4	17	36	24	24	82	62
11	12	6	18	41	29	25	90	69
12	15	8	19	47	33			

Таблиця 7

**Граничні значення критерію Вілкоксона ($W_{гр}$)
для незалежних вибірок (N_1 та n_2 – об'єми вибірок)**

$n_2 \backslash N_1$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	6	11	17									
6	7	12	18	26				Рівень значущості $\alpha = 0,05$				
7	7	13	20	27	36							
8	8	14	21	29	38	49						
9	8	15	22	31	40	51	63					
10	9	15	23	32	42	53	65	78				
11	9	16	24	34	44	55	68	81	96			
12	10	17	26	35	46	58	71	85	101	115		
13	10	18	27	37	48	60	73	88	103	119	137	
14	11	19	28	38	50	63	76	91	106	123	141	160
15	11	20	29	40	52	65	79	94	110	127	145	164
16	12	21	31	42	54	67	82	97	114	131	150	169
5			15									
6		10	16	23								
7		10	17	24	32			Рівень значущості $\alpha = 0,01$				
8		11	17	25	34	43						
9	6	11	18	26	35	45	56					
10	6	12	19	27	37	47	58	71				
11	6	12	20	28	38	49	61	74	87			
12	7	13	21	30	40	51	63	76	90	106		
13	7	14	22	31	41	53	65	79	93	109	125	
14	7	14	22	32	43	54	67	81	96	112	129	147
15	8	15	23	33	44	56	70	84	99	115	133	151
16	8	15	24	34	46	58	72	86	102	119	137	155

ЗМІСТ

ВІД АВТОРА	3
Розділ 1. СТРУКТУРА І ЗМІСТ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1. Вибір теми дослідження	7
1.2. Напрямок дослідження, його об'єкт, предмет і тема	14
1.3. Актуальність дослідження	20
1.4. Гіпотеза дослідження	23
1.5. Мета і завдання дослідження	27
1.6. Наукова новизна дослідження	31
1.7. Практичне значення дослідження	34
1.8. Апробація результатів дослідження	37
Розділ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	41
2.1. Методологія дослідження	41
2.2. Методологічні принципи наукового дослідження	46
2.3. Методика дослідження	51
2.4. Методи наукового дослідження	54
Розділ 3. ДОКУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	63
3.1. Загальна характеристика документальних матеріалів	63
3.2. Класифікація типів документів	64
3.3. Аналіз документальних матеріалів	67
3.4. Проблема вірогідності документальної інформації	69
3.5. Контент-аналіз та його процедури	71
3.6. Аналіз літературних джерел.....	75

Розділ 4. МАТЕМАТИКА ТА СПОРТИВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	78
Розділ 5. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ	87
Розділ 6. ЕМПІРИЧНІ РОЗПОДІЛИ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ ТА ЧИСЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	99
Розділ 7. ОЦІНКА ГЕНЕРАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ	113
Розділ 8. СТАТИСТИЧНІ ГІПОТЕЗИ ТА КРИТЕРІЇ ЇХ ПЕРЕВІРКИ	121
Розділ 9. РЕГРЕСИВНО-КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ	142
Розділ 10. ЕЛЕМЕНТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ...	159
Розділ 11. МОДЕЛЮВАННЯ В СПОРТИВНІЙ ПРАКТИЦІ	166
СЛОВНИК НАУКОВЦЯ-ПОЧАТКІВЦЯ	176
ЛІТЕРАТУРА	194
ДОДАТКИ	197