

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

О.В. Соколова, Г.А. Омеляненко, В.О. Тищенко

СПОРТИВНА МЕТРОЛОГІЯ

**Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Фізична культура і спорт»
освітньо-професійних програм «Фізичне виховання»
і «Спорт»**

**Запоріжжя
2018**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О.В. Соколова, Г.А. Омеляненко, В.О. Тищенко

СПОРТИВНА МЕТРОЛОГІЯ

**Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Фізична культура і спорт»
освітньо-професійних програм «Фізичне виховання»
і «Спорт»**

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № 11 від 29.05.2018 р.

Запоріжжя
2018

УДК 796.015-047.64(075.8)
С 594

Соколова О.В. Спортивна метрологія: навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійних програм «Фізичне виховання» і «Спорт» / О.В. Соколова, Г.А. Омеляненко, В.О. Тищенко. – Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2018. – 86 с.

У запропонованому авторами виданні в систематизованому вигляді подано теоретичні основи курсу «Спортивна метрологія». Навчальний матеріал структуровано в два тематичні розділи відповідно до робочої програми: «Основи курсу «Спортивна метрологія». Метрологічні основи теорії вимірювань і тестування у фізичному вихованні та спорті», «Метрологічні основи оцінювання. Контроль за техніко-тактичною майстерністю. Математико-статистичні методи обробки результатів вимірювання». Для його унаочнення використано рисунки, схеми, графіки, таблиці та формули.

Видання сприятиме засвоєнню передбачених програмою знань і формуванню практичних навичок з комплексного контролю у фізичному вихованні та спорті.

Для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійних програм «Фізичне виховання» і «Спорт» денної та заочної форм навчання.

Рецензент

М.В. Маліков, д-р біолог. наук, професор, декан факультету фізичного виховання

Відповідальний за випуск

А.П. Конох, д-р пед. наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту

ЗМІСТ

Передмова.....	4
РОЗДІЛ 1.ОСНОВИ КУРСУ «СПОРТИВНА МЕТРОЛОГІЯ».	
МЕТРОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАНЬ І ТЕСТУВАННЯ	
У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ.....	7
Тема 1. Вступ до спортивної метрології.....	7
Тема 2. Спортивні тренування як процес управління.....	13
Тема 3. Основи теорії вимірювань.....	17
Тема 4. Основи теорії тестів.....	30
Тема 5. Визначення віку людини в день тестування.....	36
Тема 6. Соматометричні і фізіометричні величини фізичного	
розвитку людини.....	37
Тема7. Оцінка фізичного розвитку людини за методом індексів.....	39
Тема 8. Соматоскопічні величини фізичного розвитку людини.....	41
РОЗДІЛ 2. МЕТРОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ. КОНТРОЛЬ	
ЗА ТЕХНІКО-ТАКТИЧНОЮ МАЙСТЕРНІСТЮ. МАТЕМАТИКО-	
СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ	
ВИМІРЮВАННЯ.....	43
Тема 9. Основи теорії оцінок.....	43
Тема 10. Метрологічні основи контролю за технічною підготовленістю	
спортсменів.....	53
Тема 11. Метрологічні основи контролю за тактичною підготовленістю	
спортсменів.....	55
Тема 12. Метод середніх величин	56
Тема 13. Метод кореляційного аналізу.....	65
Тема 14. Вибірковий метод.....	73
Рекомендована література.....	78
Додатки	80

ПЕРЕДМОВА

Курс «Спортивна метрологія» належить до нормативних дисциплін циклу професійної підготовки здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійних програм «Фізичне виховання» і «Спорт».

Сучасний розвиток суспільства поставив нові завдання і вимоги до педагогічних кадрів, які працюють у галузі фізичного виховання, фізичної реабілітації та спорту. Сьогодні фахівці повинні не тільки навчити людину керувати своїми рухами й тілом, а ще й здійснювати комплексний контроль фізичного стану й рухової діяльності. Тобто навчити отримувати, обробляти й аналізувати статистичний матеріал у процесі проведення експериментальних досліджень у фізичному вихованні та спорті.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Спортивна метрологія» є вимірювання і комплексний контроль у фізичному вихованні та спорті й використання одержаних результатів у подальшому плануванні підготовки фізкультурників і спортсменів.

Як навчальна дисципліна «Спортивна метрологія» виходить за рамки загальної метрології. Так, у фізичному вихованні та спорті, крім забезпечення вимірювання фізичних величин, таких як довжина, маса та інші, вимірюванню підлягають педагогічні, психологічні, біологічні й соціальні показники, які за своїм змістом не можна назвати фізичними. Методикою їхніх вимірювань загальна метрологія не займається, тому було розроблено спеціальні вимірювання, результати яких усебічно характеризують підготовленість фахівців із фізичної культури і спортсменів.

Застосування методів математичної статистики в спортивній метрології дало можливість одержати більш точне уявлення про вимірювані об'єкти, порівняти їх та оцінити результати вимірювань. У практиці фізичного виховання та спорту проводять вимірювання в процесі систематичного контролю, у ході якого реєструються різні показники змагальної і тренувальної діяльності, а також фізичний стан спортсменів, оскільки «Спортивна метрологія» – це наука про вимірювання у галузі фізичного виховання та спорту. Вивчення теоретичних основ фізичного виховання та спорту студентами факультету фізичного виховання, проведення експериментальних досліджень повинно базуватися на правилах і законах точності вимірювань педагогічних, психологічних, біологічних параметрів. У зв'язку з цим «Спортивна метрологія» логічно пов'язана з метрологією, математикою, фізикою, анатомією, біологією, фізіологією людини, віковою фізіологією, фізіологією спорту, статистикою, тектологією теорією та методикою фізичного виховання, теорією і методикою спортивного тренування, біохімією, спортивною медициною, біомеханікою, математичною статистикою, теорією управління та ін.

Навчальна дисципліна «Спортивна метрологія» допоможе студентам засвоїти теоретичні знання та набути практичних навичок, що необхідні для

науково обґрунтованого здійснення комплексного контролю за змагальною та спортивно-прикладною діяльністю у фізичному вихованні, спорті та масовій фізичній культурі.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Спортивна метрологія» є: ознайомити студентів з теоретичними основами спортивної метрології, метрологічного забезпечення галузі фізичного виховання і спорту; дати уявлення про найбільш поширені статистичні методи, що використовуються в галузі фізичного виховання і спорту; навчити майбутнього вчителя фізичної культури та тренера інтерпретувати результати статистичних даних і застосовувати їх для аналізу спортивної діяльності; сформувати навички проведення та аналізу досліджень у галузі спорту; сформувати основу для подальшого самостійного вивчення метрологічного контролю в галузях фізичної реабілітації, фізичної рекреації, адаптивної фізичної культури.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні поняття та положення тем лекційного курсу;
- теоретичні основи теорії вимірювань;
- основи теорії тестів і методологію тестування;
- основи теорії оцінок, різновиди шкал;
- теоретичні основи метрологічного контролю розвитку рухових здібностей спортсменів;
- метрологічні основи контролю підготовки спортсменів;
- метрологічне забезпечення спортивного відбору;
- метрологічні основи контролю рухової активності різних верст населення;
- правила підбору групи для дослідження;
- способи визначення кращої методики тренування.

уміти:

- самостійно проводити дослідження в обраному виді спорту;
- розраховувати основні характеристики варіаційного ряду;
- робити висновки щодо підбору групи, її однорідності та однотипності;
- визначати ефективність побудови тренувального процесу, підготовки спортсменів, методики тренувань.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **результатів навчання (компетентностей):**

- здатність застосувати отримані теоретичні знання для збирання, систематизації та класифікації метрологічних даних з метою проведення комплексного контролю та аналізу спортивних результатів;
- готовність самостійно аналізувати й узагальнювати отримані метрологічні результати для надання конкретних рекомендацій і прогнозів;
- здатність використовувати теоретичні знання зі спортивної метрології при проведенні вимірів і тестів;
- здатність володіти інструментальними методами вимірювань;

- здатність застосовувати статистичні методи обробки результатів вимірювань при вирішенні завдань у галузі фізичного виховання та спорту;
- уміння оцінювати, обробляти й інтерпретувати результати вимірювань;
- уміння використовувати результати тестувань для складання програми тренувань;
- уміння використовувати фізіологічні показники рівня здоров'я при дозуванні фізичних навантажень.

Навчальний матеріал посібника розподілено на два тематичні розділи, в яких послідовно й детально висвітлюються питання курсу «Спортивна метрологія»; метрологічні основи теорії вимірювань і тестування у фізичному вихованні і спорті; метрологічні основи оцінювання, контроль за техніко-тактичною майстерністю; математично-статистичні методи обробки результатів вимірювання.

При написанні посібника враховано сучасний стан спортивної метрології й тенденції її розвитку як науки й навчальної дисципліни. Крім того, використано науковий і педагогічний досвід провідних фахівців у галузі спортивної метрології, у числі яких В.М. Заціорський, А.М. Лапутін, В.Л. Уткін, М.А. Годик, Л. П. Сергієнко, В.Б. Коренберг, Б.Х. Ланда, Т.Ю. Круцевич, С. В. Начинська.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ КУРСУ ”СПОРТИВНА МЕТРОЛОГІЯ”. МЕТРОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВИМІРЮВАНЬ І ТЕСТУВАННЯ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ І СПОРТІ

Тема 1. Вступ у спортивну метрологію

Предмет спортивної метрології. Термін «метрологія» у перекладі з давньогрецької мови означає «наука про вимірювання» (metro – вимірюю, logos – вчення). Метрологія – це наука про вимірювання, методи і засоби, що забезпечують їх однаковість і точність. Спортивна метрологія – це наука про вимірювання та контроль у фізичному вихованні та спорті.

Спортивна метрологія – це галузь спортивної педагогіки, сукупність принципів, уявлень, правил, методів, прийомів, що являють собою теоретичні і методичні основи контролю в спорті. Можна розрізнити:

- спортивну метрологію як теоретичний предмет – набір принципів, закономірностей, положень і правил;
- спортивну метрологію як набір технологій і прийомів, що використовуються у фізичному вихованні та спорті для здійснення ефективного контролю за розвитком моторики людини;
- спортивну метрологію як навчальну дисципліну.

Особливістю спортивної метрології є те, що у спортивній практиці недостатньо вимірювати тільки фізичні величини. Крім вимірювання традиційних величин довжини, маси, часу, доводиться оцінювати технічну майстерність, функціональні можливості, психомоторні здібності спортсменів.

Предметом спортивної метрології є *комплексний контроль* у фізичному вихованні та спорті з метою використання його результатів у плануванні підготовки спортсменів і регламентації діяльності людей, що займаються фізичними вправами.

У практиці фізичного виховання і спорту розповсюджені уявлення про те, що комплексним може називатись такий контроль, в ході якого використовуються педагогічні, психологічні, соціологічні і інші показники. Такий підхід не дозволяє реалізувати кінцеву мету контролю – отримати надійну і достовірну інформацію для управління процесом фізичного виховання і спортивної підготовки. Можна використовувати, наприклад, усі, що існують, методи контролю, оцінюючи тільки змагальну (чи тільки тренувальну) діяльність, і не отримати при цьому комплексної оцінки. Тому комплексним можна назвати лише такий контроль, у ході якого реєструються різні показники змагальної і тренувальної діяльності, а також стан спортсменів. Тільки у цьому випадку можна зіставити їх значення, встановити причинно-наслідкові зв'язки між навантаженнями і результатами в змаганнях і тестах. Лише після такого зіставлення і аналізу можна приступити до розробки програм і планів підготовки.

Завдання спортивної метрології такі:

- розробка теорії та практики вимірювань (технології, шкал, точності та ін.);
- визначення основних положень теорії тестів (інформативності, надійності, стабільності, узгодженості, еквівалентності);
- розробка теорії оцінок і визначення нормативних оцінок рухової діяльності людини;
- визначення найбільш доцільних статистичних методів обробки результатів вимірювань моторики людини;
- розробка рекомендації щодо комп'ютерної обробки даних моторики людини;
- визначення метрологічних основ розвитку рухових і психомоторних здібностей спортсменів;
- розробка метрологічних основ розвитку морфології людини;
- визначення метрологічного забезпечення функціональної підготовки спортсменів;
- визначення метрологічного забезпечення відбору в спорті;
- розробка метрологічних основ контролю змагальної діяльності спортсменів;
- визначення особливості метрологічного контролю технічної підготовленості спортсменів;
- розгляд базових положень контролю за тренувальними і змагальними навантаженнями;
- визначення і розробка технічних засобів контролю в спорті;
- розробка технології метрології прогнозу в спорті;
- визначення метрологічного забезпечення рухової підготовки різних верств населення.

Значущість вимірювань і контролю у фізичному вихованні та спорті полягає в тому, що вони є основою управління, аналізу, прогнозування, планування рухової діяльності людини.

Коли мова йде про управління підготовкою висококваліфікованого спортсмена тренер зобов'язаний: зібрати загальну інформацію про спортсмена, а також про середовище, у якому він мешкає, тренується і змагається; шляхом вимірювань визначити особливості розвитку загальних і спеціальних здібностей спортсмена, функціональної і змагальної діяльності; проаналізувати одержану інформацію; прийняти рішення про стратегію підготовки і скласти програму; реалізувати програму підготовки; здійснити контроль за ходом реалізації (шляхом процедур вимірювання і використання різних видів контролю), внести корективи в документи планування.

Класифікація контролю у фізичному вихованні та спорті. Класифікувати різні види контролю у фізичному вихованні та спорті можна за декількома ознаками:

- станом систем організму людини та особливістю діяльності її у фізичному вихованні та спорті;
- періодичністю проведення контролю.

За першою ознакою можна виділити такі види контролю: медичний, педагогічний, біомеханічний, змагальної діяльності, морфологічний,

функціональний, біохімічний, психологічний, генетичний і комплексний. Такими видами, як контроль змагальної діяльності і генетичний контроль, користуються в основному в спорті (Сергієнко Л. П., Селєзньова Т. В.). Контроль дає можливість вивчати особливості розвитку рухових здібностей, морфологічних і психологічних ознак, функціональних можливостей, рухових дій і процесів.

Медичний контроль здійснюється загалом у трьох напрямках: оцінка фізичного розвитку; оцінка біологічного віку; оцінка стану здоров'я.

Оцінка фізичного розвитку здійснюється в декількох напрямках: визначаються соматометричні величини – довжина, маса тіла, обхват грудей; фізіометричні – життєва ємність легенів, сила згиначів кисті і розгиначів спини; соматоскопічні – будова тіла, постава, розвиток кістково-м'язової системи, наявність жирової маси, статевий розвиток. Інтегральну оцінку фізичного розвитку дає метод індексів. Частіше в медичному контролі використовуються індекси Ерісмана, Кетле, життєвий індекс, індекс фізичного розвитку та інші.

Оцінка стану здоров'я визначається шляхом аналізу анкетних даних, вивчення медичного профілю та оцінки існуючих травм і захворювань. В анкеті здоров'я повідомляються дані про перенесені захворювання, про захворювання членів сім'ї, які проявляються сьогодні, симптоми, прийом ліків, харчових добавок та інше.

Оцінка медичного профілю осіб, які займаються фізичними вправами і спортом, уключає проведення стандартних процедур обстеження шкіри, центральної нервової системи, очей, вух, носа, горла, органів дихання, серцево-судинної, кістково-м'язової та інших систем. У фізичному вихованні та спорті використовують стандартні методи оцінки травм і захворювань.

Педагогічний контроль частіше здійснюється у двох напрямках: контроль розвитку рухових здібностей; контроль фізичного (тренувального і змагального) навантаження.

Контроль розвитку рухових здібностей дозволяє визначити ступінь змінюваності і відповідності модельним характеристикам координаційних, силових, швидкісних здібностей, здібності до витривалості і гнучкості в суглобах дітей, підлітків і спортсменів. Ураховуючи складну структуру даних здібностей, при оцінці координаційних здібностей диференційовано визначають такі їх види: здібність до диференціювання параметрів рухів, до збереження стійкості пози (рівноваги), до ритмічної діяльності, до орієнтації в просторі, до довільного розслаблення м'язів, до координованості рухів (спритність), до виконання пластичних дій. При вивченні силових здібностей визначають максимальну, швидкісну силу і силову витривалість; швидкісних здібностей – швидкість реакції (просту і складну: реакцію вибору рухів, реакцію на рухомий об'єкт), швидкісних одиничних рухів, частоту (темп) рухів і швидкісні здібності в цілісних рухових актах. Ураховуючи те, що витривалість – також комплексна рухова здібність, вимірюють загальну (кардіореспіраторну, тотальну, регіональну, локальну), специфічну (швидкісну, швидкісно-силову, координаційну) і спеціальну (розумову, емоційну, зорову, слухову тощо) витривалість. Існують різні тестові методики визначення

гнучкості хребетного стовпа, плечових, кульшових, ліктьових, колінних, гомілково-ступневих суглобів.

Контроль фізичного навантаження відбувається як змагального, так і тренувального. Реєструють такі компоненти навантаження, як: об'єм, інтенсивність, координаційну складність та ін.

Біомеханічний контроль. Сучасний розвиток біомеханіки дає можливість об'єктивно здійснити реєстрацію біокінематичних характеристик рухів (використовується кіно- і відеозйомка), зробити оцінку біостатики тіла (визначення загального центра маси тіла і його ланок, стійкості тіла в різних положеннях), вивчити біодинамічні характеристики рухів: використання тензодинамометрії, міотонетрії, електроміографії.

Контроль змагальної діяльності. Цей вид контролю здійснюється загалом у трьох напрямках: контроль ефективності ігрової діяльності, стенографування рухів, реєстрація різних характеристик рухів. Контроль ефективності ігрової діяльності (техніко-тактичних дій) за розробленими оціночними шкалами здійснюється шляхом співставлення командних та індивідуальних дій.

Морфологічний контроль. Можна виділити декілька напрямів морфологічного контролю: визначення складу тіла, діагностика соматотипу, визначення м'язової композиції, проведення антропометричних вимірювань, рентгенографія. Антропометричні вимірювання дозволяють визначити довжинні та обхватні антропометричні показники, а також антропометричні діаметри. Схильність до занять певним видом спорту залежить від соматичної належності людини. Діагностику соматотипу здійснюють у дітей і підлітків, дорослих спортсменів, використовуючи різні технології. М'язова композиція у людини багато в чому індивідуальна. Від наявності певного процентного співвідношення повільноскорочуваних (ПС червоних) і швидкоскорочуваних (ШС білих) типів м'язових волокон залежить схильність людини до певної рухової діяльності. Прямі (біопсія) і непрямі методи дають можливість визначити індивідуальне співвідношення типів волокон у спортсменів. Рентгенографія в морфологічному контролі дозволяє вивчити нормальний стан і деформування хребетного стовпа, кісток кінцівок і суглобів.

Функціональний контроль у фізкультурно-спортивній практиці здійснюється в декількох напрямках при вивченні функціональної діяльності: серцево-судинної, дихальної, нервово-м'язової, аналізаторних систем. При обстеженні функцій серцево-судинної системи визначають частоту серцевих скорочень у стані спокою, при роботі і відновленні; артеріальний тиск; проводять функціональні спроби, в основі яких здійснюється реєстрація різних показників серцево-судинної системи. Діагностика функцій дихальної системи проводиться на основі вивчення життєвої ємності легень, максимальної вентиляції легень, функціональних спроб, визначення порогу анаеробного обміну. При контролі функцій нервово-м'язової системи використовується термографія, електроенцефалографія. При діагностиці функцій сенсорних систем обстежуються зоровий, слуховий і руховий аналізатори.

Біохімічний контроль. Суттєвими тут є декілька напрямів: біохімічний контроль повітря, біологічних рідин, м'язової тканини, застосування допінгу.

Повітря, яке видихається – один з основних об'єктів дослідження енергетичного обміну в організмі. Співвідношення спожитого кисню і вуглекислого газу відображає інтенсивність процесів енергозабезпечення.

Із біологічних рідин у біохімії спорту вивчаються кров, сеча, слина, піт. Найбільш інформативним показником у біохімічному контролі є кров. За змінюваністю складу крові або рідинної її частини – плазми можна зробити висновок про гомеостатичний стан внутрішнього середовища організму чи його зміни при руховій діяльності. При біохімічній діагностиці функціонального стану спортсмена інформативними показниками є рівень гормонів у крові. За даним показником визначають стан спортсмена: функціональну тренуваність, особливість протікання процесів утоми; відновлення. Біохімічний аналіз сечі дозволяє певною мірою вивчити роботу нирок, а також динаміку обмінних процесів у різних органах і тканинах.

М'язова тканина є достатньо вагомим показником біохімічного контролю м'язової діяльності. Аналізуючи м'язові тканини, визначають кількість скорочуваних білків, АТФ-азну активність міозину, показники енергетичного обміну, електроліти та інші речовини.

Актуальною проблемою в біохімічному контролі є визначення застосування спортсменом допінгу. Його використання не тільки створює нерівні умови під час спортивної боротьби, але й шкодить здоров'ю спортсмена в результаті побічної дії, а інколи є навіть причиною його смерті.

Психологічний контроль загалом дає можливість вивчати: розвиток загальних здатностей інтелекту, пам'яті, уваги, мислення, типологічних властивостей нервової системи. Контроль інтелектуальних здібностей можливий за допомогою вербальних, словесних, числових, зорово-просторових тестів. Кількісним показником рівня інтелектуального розвитку людини є коефіцієнт інтелекту IQ (англ. – Intelligence Quotient). У спортивній діяльності спостерігається прямий зв'язок між розвитком інтелектуальних здібностей спортсмена та його спортивними результатами. Ефективність навчальної діяльності дітей і підлітків (спортсменів) залежить від розвитку пам'яті. Доцільно при психологічному контролі тих, хто займається руховою діяльністю, вивчати короткочасну (використовуються цифрові і наочно-образні тести), логічну, механічну і рухову пам'ять. За допомогою тестів вивчають ступінь концентрації, властивість переключення (лабільність) і стійкість (стабільність) уваги. У психологічному контролі спортсменів важливе місце займає діагностика розвитку мислення. Тут можливим є використання таких тестів: інтерпретація прислів'я, відгадування загадок, виділення суттєвих ознак, виключення понять, методики «кількісні відношення», «словесний лабіринт» та інші. Типологічні властивості нервової системи враховуються під час спортивного відбору. Їх можна визначити за допомогою спостереження і тестових методик.

Необхідність *генетичного контролю* визначилась відносно недавно. Використання його пов'язують з проблемою пошуку спортивних талантів.

Розрізняють декілька напрямів генетичного контролю: діагностика спортивного таланту, визначення наявності чи відсутності генетичних маркерів (серологічних, дерматогліфічних, іридологічних, хромосомних, функціональних, гормональних і морфологічних), визначення статевої приналежності спортсмена (під час допуску до змагань спортсменок).

Комплексний контроль дає інтегральну характеристику рухової функції людини чи рухової підготовленості спортсмена. Часто при такому контролі розраховується один узагальнюючий показник.

За другою ознакою – періодичністю проведення контроль класифікують як:

- оперативний;
- поточний;
- етапний.

Оперативний контроль дозволяє врахувати термінову реакцію організму людини на певне тренувальне навантаження. Це дозволяє підвищити ефективність оптимізації навантаження залежно від стану здоров'я людини та індивідуальних особливостей спортсменів. *Поточний контроль* дозволяє врахувати слідовий ефект, який сформований навантаженням попереднього дня. Такий підхід дозволяє вносити корективи до норм тренувального навантаження, що планується протягом тижня. *Етапний контроль* дає можливість визначити адаптаційні реакції рухової функції людини (спортсмена) після певного етапу тренувальних занять.

Законодавча база функціонування метрології та метрологічної діяльності в Україні. Восьмого жовтня 1901 р. у Харкові було відкрито першу в Україні повірочну палатку для перевірки й таврування торговельних мір і ваг. Із цієї події бере початок історія метрології й стандартизації в Україні. В Україні зберігається унікальний робочий еталон маси – позолочена гиря масою 1 кг, що очолювала повірочну систему засобів вимірювання маси в Україні з перших місяців роботи повірочної палатки, тобто з 1901 по 1939 рр.; маятниковий годинник Ріфлера з точністю ходу 0,01 с/добу, який використовувався у службі часу й частоти в період 1925-1941 рр.; довжини – метр, що застосовувався в метрологічній практиці до 1973 року.

За час існування незалежної держави України було багато зроблено для розвитку метрології та створення законодавчих, організаційних, технічних і нормативних основ національної метрологічної системи. Із 2005 року в Україні діє новий Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», положення якого максимально наближені до міжнародних та європейських вимог у цій сфері. Цей закон визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні, регулює відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

У ННЦ «Інститут метрології» розроблено та внесено до Державного реєстру 49 державних, первинних, національних еталонів із 59 наявних в Україні. Створено національну еталонну базу: внесено до Державного реєстру

об'єктів, що становлять національне надбання (Постанови від 01. 04. 1999 р. № 527, від 19. 12. 2001 р. № 1709).

Питання для самоконтролю

1. Що означає термін «метрологія»?
2. Що вивчає спортивна метрологія?
3. Назвіть основні завдання спортивної метрології.
4. Який контроль називається комплексним?
5. Чим характеризується фізичний стан людини?
6. Які є види контролю за періодичністю його проведення?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Вступ до спортивної метрології».
2. Навести приклади параметрів комплексного контролю, які використовують у обраному вами виді спорту.

Тема 2. Спортивні тренування як процес управління

Загальні поняття управління. У літературних джерелах управління трактується як будь-яка зміна стану якогось об'єкта, системи чи процесу, що обумовлює досягнення мети або як впорядкування системи, тобто приведення її у відповідність з об'єктивною закономірністю, що діє в цій сфері. У більш вузькому значенні, управлінням називається переведення будь-якої системи в бажаний стан, або цілеспрямований вплив органу управління на об'єкт управління з метою його ефективного функціонування.

Структура управління містить дві системи: керуючої (тренер) та керованої (спортсмен). Керуюча система діє на керовану систему з метою кількісної та якісної зміни параметрів її діяльності відповідно до поставлених завдань управління.

Діяльність – це психічна та рухова активність людини, що регулюється свідомістю та спрямована на досягнення свідомо поставленої і суспільно значущої мети.

У процесі спортивної діяльності проходять різні зміни спортсмена як системи на біологічному, педагогічному, соціальному та психологічному рівнях.

Досягнення різноманітних ефектів на кожному з цих рівнів розглядається як інтегральне вираження спортивної діяльності, обумовлене спортивним результатом.

Ефективне управління характеризується якістю переробки, збереження і передачі інформації. У спортивній діяльності важливим фактором є швидкість отримання і відтворення інформації, що деякою мірою характеризує якість управлінських впливів.

Характер параметрів інформації обумовлений метою управління процесом підготовки спортсменів. Під метою варто розуміти стан, рівень або

кінцеві результати, яких бажано досягнути в деякому віддаленому майбутньому. В системі спорту мета носить складний характер, яка відбиває структуру та ієрархію системи. На основі ієрархічності виділяють:

- суспільну мету – масове заняття фізичною культурою та спортом;
- мету окремих підсистем – наприклад, підготовка талановитих спортсменів до вищих досягнень;
- мету окремих організацій та об'єктів – мету спортивних відомств, ДЮСШ, СДЮСШОР;
- мету окремих спортсменів, груп, спортивних команд – проявляється в досягненнях на змаганнях.

З точки зору управління, окремі спортсмени або команди можуть розглядатися як системи – сукупність об'єктів або елементів, які взаємодіють між собою. Також системою називається сукупність будь-яких елементів, що утворюють єдине ціле (серцево-судинна система людини, організм спортсмена, система «спортсмен-тренер», спортивна секція тощо). Найбільш стисло поняття системи визначив Д. Д. Донської: система – це ціле, що утворюється з частин.

Одним з головних завдань управління є переведення системи з одного стану в інший. Це відбувається за допомогою різноманітних впливів. У підготовці спортсменів до них, у першу чергу, відносяться фізичні вправи, а також чинники зовнішнього середовища, режим харчування, відновлювальні заходи тощо.

Управління може відбуватися за дотримання відповідних умов: а) наявності управляючої системи;

б) наявності каналу прямого зв'язку;

в) наявності каналу зворотного зв'язку (інформація передається про результати дії, зміни стану об'єкта, що управляється після управлінського сигналу);

г) необхідної швидкості та частоти передачі інформації [16, 19].

Управління буде успішним лише за умови якісного зворотного зв'язку, що дозволяє порівняти дійсний стан системи із запрограмованим. Зворотний зв'язок може бути позитивним або негативним.

Позитивний зворотній зв'язок посилює роботу органу управління, стимулює його активність та підвищує ефективність функціонування.

Негативний зворотній зв'язок гальмує діяльність керуючої системи, примушує її шукати нові шляхи впливу, що на деякий час зменшує ефект розвитку і самої керованої системи.

Тренувальні ефекти. У спортивному тренуванні найпростіша схема управління має такий вигляд:

ТРЕНЕР вплив СПОРТСМЕН дія ТРЕНУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ

Тренувальний ефект буває трьох різновидів: терміновий, відставлений та кумулятивний.

Терміновий тренувальний ефект – зміни в організмі, які настають під час виконання фізичних вправ і відразу ж після їх закінчення. *Відставлений тренувальний ефект* – зміни, які настають в організмі на наступний день після тренувального заняття (занять) або змагань. *Кумулятивний тренувальний*

ефект – зміни в організмі, які відбуваються в процесі додавання слідів багатьох тренувальних занять.

Управління або керівництво процесом тренування реалізується тренером за активної участі спортсмена та передбачає три групи операцій:

а) збір інформації про стан спортсменів, враховуючи показники фізичної, техніко-тактичної, психічної підготовленості, реакції різноманітних функціональних систем на тренувальні та змагальні навантаження, параметри змагальної діяльності тощо;

б) аналіз цієї інформації на основі співставлення фактичних та заданих параметрів, розробка шляхів планування та корекції характеристик тренувальної та змагальної діяльності у напрямку, який би забезпечував досягнення заданого ефекту;

в) прийняття та реалізація рішень шляхом розробки та впровадження мети та завдань, планів та програм, засобів та методів, що забезпечували б досягнення заданого ефекту тренувальної та змагальної діяльності.

Перераховані операції можливі лише за умови цілеспрямованого контролю.

Збір інформації про стан об'єкта, управління та порівняння його дійсного стану із запланованим називається контролем. Іншими словами, контролем можна назвати цілеспрямований збір інформації для корекції керуючої дії.

Педагогічний контроль у спортивному тренуванні. У практиці спортивного тренування контроль насамперед проводиться тренером. Такий контроль називається педагогічним.

Доцільність педагогічного контролю розглядається з позицій п'яти основних компонентів: обсягу та характеру тренувальних навантажень, що виконуються, функціонального стану, техніки виконання вправ, особливостей поведінки на змаганнях, спортивних результатів.

Предметом педагогічного контролю в спорті прийнято вважати оцінку, облік та аналіз стану рухової функції, психічних процесів, технічної майстерності, норм тренувальних навантажень, змагальної діяльності, спортивних результатів тих, хто займається.

У процесі тренування прийнято розрізняти три типи стану спортсмена: перманентний, поточний, оперативний.

Перманентні стани є результатом кумулятивного тренувального ефекту, охоплюють довгий проміжок часу при становленні та підтриманні спортивної форми на тому чи іншому етапі підготовки.

Поточні стани змінюються щоденно під впливом різних за обсягом, інтенсивністю, спрямованістю тренувальних, змагальних навантажень, відпочинку та інших чинників.

Оперативні стани змінюються в процесі тренувальних навантажень різноманітного обсягу, інтенсивності, спрямованості, що входять до їх структури.

Відповідно до типів стану спортсмена розрізняють три види педагогічного контролю – етапний, поточний, оперативний як складові комплексного педагогічного контролю (рис. 2.1).

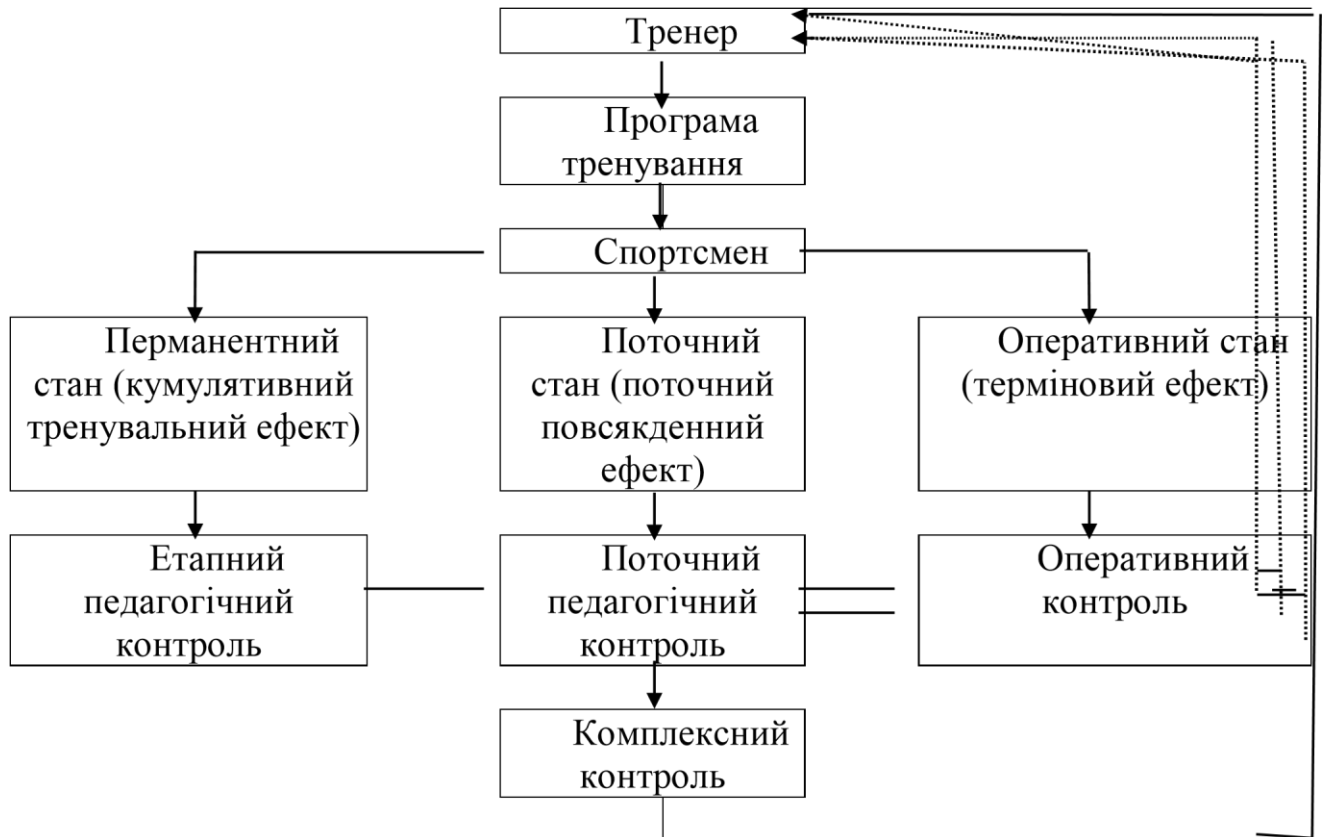


Рис. 2.1. Організація комплексного педагогічного контролю (В. М. Платонов)

Етапне управління. Метою етапного управління є діагностика та зміна стану спортсмена під впливом відносно довгого періоду тренування.

Ефективність етапного управління визначається такими чинниками: наявністю чітких уявлень про рівень тренуваності та підготовленості, якого повинні були досягнути спортсмени в кінці визначеного етапу підготовки; відбором та раціональним застосуванням у часі засобів та методів вирішення завдань інтегральної підготовки; наявністю об'єктивної системи контролю за ефективністю процесу підготовки і його корекції.

Етапне управління (керівництво) процесом підготовки пов'язано з встановленням кількісних характеристик структури тренуваності і змагальної діяльності, діагностикою стану спортсменів, розробкою та корекцією планів підготовки тощо; всі ці операції відбуваються у визначеній послідовності.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення основних понять управління тренувальною та змагальною діяльністю спортсменів.
2. Яка сутність тренувальних ефектів: термінового, відставленого, кумулятивного?
3. Охарактеризуйте схему системи управління: тренер-спортсмен.

4. Дайте визначення педагогічного контролю в спортивному тренуванні.
5. Охарактеризуйте цикл етапного управління процесом підготовки спортсменів.
6. Які основні завдання поточного управління?
7. У чому полягає мета та сутність оперативного управління?
8. Яка мета та спрямованість комплексного контролю?
9. Які функції покладаються на тренера поза межами тренувального процесу?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Спортивні тренування як процес управління».
2. Охарактеризувати схему системи управління «тренер-спортсмен» у спортивному тренуванні на прикладі обраного вами виду спорту.

Тема 3. Основи теорії вимірювань

Елементи процесу вимірювань. *Метод вимірювання* – це прийом порівняння вимірюваної фізичної величини з її одиницею відповідно до реалізованих принципів вимірювання. Методи вимірювання за можливості повинні мати мінімальну похибку.

Засіб вимірювання – це технічні засоби, що використовуються при вимірюваннях і мають нормовані метрологічні властивості. До засобів вимірювання відносяться міра та вимірювальні прилади.

Міра – засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру (гіря – міра маси).

Вимірювальний прилад – це засіб вимірювання, який дозволяє одержати вимірювальну інформацію у формі, що є доступною для безпосереднього сприйняття її спостерігачем.

До елементів вимірювання відносять:

- завдання вимірювання, у якому визначається, яка фізична величина повинна бути виміряна та допустима похибка вимірювань у певних умовах;
- об'єкт вимірювання в теоретичній метрології є реальний фізичний об'єкт, властивості якого характеризуються однією чи декількома вимірювальними фізичними величинами (об'єктом вимірювання може бути певна рухова здібність, властивості якої визначають шляхом вимірювань її складових);
- суб'єкт вимірювання в спортивній метрології – людина.

Принципи вимірювання:

- об'єктивність вимірювання; цей принцип вирішує проблему співвідношення об'єктивного та суб'єктивного компонентів у науковому пізнанні;
- багаторівневе вимірювання об'єкта (визначення сутності об'єкта можуть стосуватися різних рівнів його існування);

- вивчення явищ в їх розвитку; цей принцип ґрунтується на розумінні природи особистості як динамічного явища, реалізація цього принципу дає можливість шляхом екстраполяції прогнозувати розвиток явищ у майбутньому;
- творчий підхід у реалізації етапності вимірювань, підборі методів вимірювань.

Еталон – це засіб вимірювання, який слугує для збереження та передачі розміру одиниці фізичної величини іншим засобам вимірювання.

Види еталонів:

- первинний – забезпечує відтворення і збереження одиниці з найвищою в країні точністю; це унікальні схеми вимірювань, що нерідко являють собою складні вимірювальні комплекси, створені з урахуванням досягнень науки та техніки;
- спеціальний – забезпечує відтворення одиниці в особливих умовах, у яких пряма передача одиниці від первинного еталона з відповідною точністю нездійсненна, і слугує для цих умов первинним еталоном;
- державний – первинний або спеціальний еталон, офіційно затверджений як вихідний для країни;
- вторинний – зберігає розміри одиниці, одержаної шляхом порівняння з первинним еталоном відповідної фізичної величини.

Точність вимірювання – якість вимірювання, яка характеризує близькість результату вимірювання до істинного значення вимірюваної величини. Це поняття асоціюється з такими поняттями спортивної метрології, як достовірність, правильність вимірювання, відтворюваність результатів вимірювання.

Достовірність вимірювань визначається ступенем довіри до результату вимірювання і характеризується ймовірністю того, що істинне значення вимірюваної величини знаходиться у вказаних межах.

Правильність вимірювань – це якість вимірювання, що відображає близькість один до одного результатів вимірювання, виконаних на однакових умовах.

Відтворюваність результатів вимірювання – це якість вимірювання, що відображає близькість один до одного результатів вимірювання, одержаних за різних умов.

У результаті вимірювань результатів рухової діяльності людини можуть бути похибки. *Похибки вимірювань* є відхиленням результатів вимірювання від істинного значення вимірюваної величини.

Види вимірювань. У спортивній метрології визначено декілька класифікацій видів вимірювань:

- засновані на використанні органів відчуття (органолептичні);
- виконувані за допомогою спеціальних технічних засобів;
- класифіковані за способом одержання числового значення вимірювань;
- класифіковані за характером вимірюваної величини в процесі вимірювань;

- класифіковані за кількістю вимірюваної інформації;
- класифіковані по відношенню до основних одиниць вимірювання.

Види вимірювань, засновані на використанні органів відчуття людини. Вимірювання, в основі яких використовуються зорове, слухове, нюхове, дотикове і смакове сприйняття, називаються органолептичними. Розвиток психомоторних здатностей людини засновано на реалізації контрольних функцій органів відчуття. Так, наприклад, у теорії спорту для розвитку простої рухової реакції спортсмена існує метод, який умовно названо «сенсомоторний», котрий засновано на здатності людини розрізняти невеликі інтервали часу і відповідно вимірювати тривалість рухової реакції. Ця методика спрямована на те, щоб розвивати здатність точно сприймати час і за допомогою цього підвищувати швидкість реагування.

Види вимірювань, виконувани за допомогою спеціальних технічних засобів. Такі вимірювання називають *інструментальними*. Дослідник може реєструвати дані приладу і заносити їх до журналу, обробляти їх найпростішим способом і за допомогою обчислювальних засобів. На якість цих операцій впливає рівень професійної підготовки, мотивація, внутрішній стан особи.

У практиці фізичного виховання та спорту вимірювання здійснюється з метою контролю за процесами фізичного виховання і підготовки спортсменів. Для контролю використовуються візуальні та інструментальні методи. За допомогою візуальних методів спеціалісти спостерігають за діями спортсменів на змаганнях та тренуваннях, отримують переважно якісну інформацію. Результати візуальної оцінки носить в певній мірі суб'єктивний характер і його не зовсім коректно використовувати для порівняльного аналізу.

За допомогою інструментальних засобів отримують кількісну оцінку будь-яких характеристик і показників дій спортсмена; змін, що відбуваються в його організмі під впливом навантажень тощо.

Виходячи з того, що спортивна діяльність відбувається в просторі та часі докладання м'язових зусиль, основним завданням дослідника є вимірювання та аналіз показників простору, сили, напруження м'язів, часу дій та швидкості рухів спортсмена.

Показники простору – це показники, що визначають, наприклад, довжину дистанції, висоту приладу, глибину споруди, об'єкта тощо. Ці показники вимірюються в кілометрах, метрах, сантиметрах і міліметрах, за допомогою засобів вимірювання: сантиметри, лінійки, рулетки тощо.

До показників простору відносяться також показники вимірювання кутів.

Для вимірювання кутів використовується *гоніометр* (від лат. *гоніо* – кут). Використовуються два види гоніометра – механічний та електричний.

Механічний гоніометр – це транспортир великого розміру. Він використовується для того, щоб визначити, наприклад, величину кута між стегном і гомілкою. Для цього одна сторона транспортира з нульовою відміткою прикладається до стегна, а інша – до гомілки. Зафіксувавши кут між стегном і гомілкою, можна побачити його величину на шкалі транспортира.

Основу електричного гоніометра складає реостат за формулою тора (бублика). Нульовий торець реостата з'єднується з нерухомою частиною тіла

(наприклад, стегном), а повзунок реостати прикріплюється до рухомої частини тіла (наприклад, до гомілки). Таким чином, на практиці, показники опору змінюються пропорційно куту, що досліджується.

У практиці фізичного виховання та спорту гоніометри в основному використовуються для оцінки рівня гнучкості. Визначається амплітуда рухливості в суглобах. Показники оцінюються у градусах. Такі гоніометри складаються із шкали (180 або 360⁰), що показує значення кута, єдиної осі двох плечей. Одне плече гоніометра нерухоме. При вимірюванні рухливості в суглобах вісь гоніометра розташовується у центрі суглоба, а плечі встановлюються вздовж відповідних кісток з різних боків суглоба (рис. 3.1).

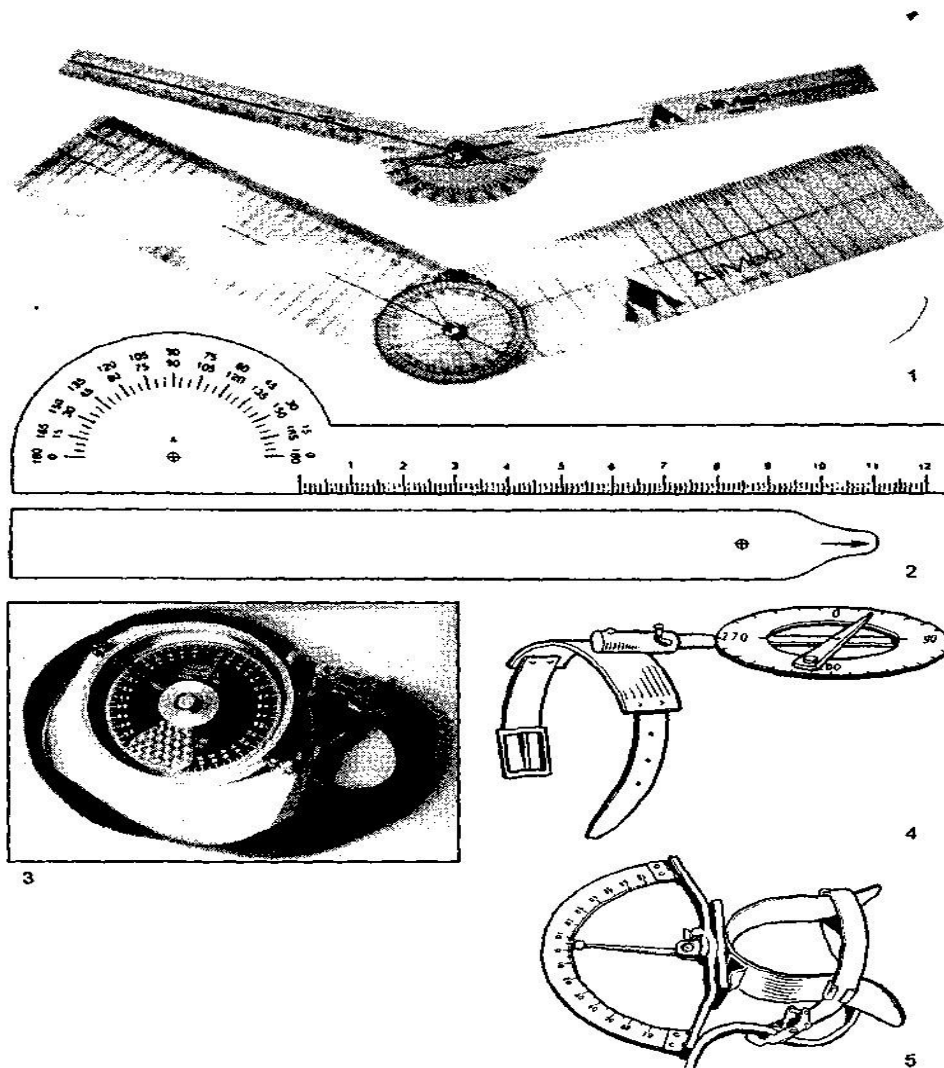


Рис. 3.1. Браншеві гоніометри для вимірювання рухливості у суглобах:

1 – загальний вигляд гоніометрів; 2 – деталі конструкції гоніометра; гравітаційні гоніометри; 3 – гоніометр Лейтона; 4 – найпростіший гравітаційний гоніометр; 5 – гоніометр для вимірювання рухливості в гомілковостопному суглобі (А. Г. Сергєєв).

Для оцінки показників сили використовуються *динамометри* (від грецьк. *динаміс* – сила). Показники сили достатньо різноманітні. Можна вимірювати

станову силу, силу рук і ніг, силу кистей, силу певних груп м'язів тощо. Процес вимірювання сили – *динамометрія* – проводиться для фіксації статичного і динамічного проявів сили.

При вимірюванні статистичного прояву сили використовують силу м'язів спортсмена як максимальну. В цьому випадку використовується простий вимірювальний прилад – пружинний динамометр. Його основним елементом є спеціальна пружини, яка переміщується вздовж нерухомих частин динамометра. При стисненні пружини її довжина зменшується пропорційно силі, що прикладається.

Прояв динамічної сили вимірюється за допомогою *електричного динамометра*.

Електричний динамометр складається із тензодатчика, що включає три основних елементи: пружинку, що змінюється під впливом сили, вимірювальний прилад (амперметр, вольтметр) і джерело живлення (рис. 3.2). Під дією сили спортсмена пружинка стискається, викликаючи зміну опору в мережі. Вимірювальний прилад показує ці зміни. Окрім цього, нерівномірність прояву спортсменом сили фіксується приладом, що показує різну силу струму.

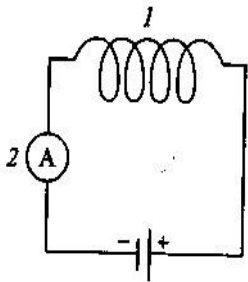


Рис. 3.2. Схема тензодатчика:

1 – пружинка, що змінює опір під дією зусилля; 2 – вимірювальний прилад; 3 – джерело живлення (В. П. Губа).

У тих випадках коли необхідно виміряти значну динамічну силу використовується *тензоплатформа*, яка також є електричним динамометром. Тензоплатформа являє собою прямокутний майданчик, на кутах якої прикріплені чотири тензодатчики. Для того щоб датчики працювали узгоджено, встановлюється спеціальний урівноважувальний пристрій.

Відповідно до системи СІ одиницею вимірювання сили є ньютон (Н). Разом з тим пружинні динамометри тарировані в старих одиницях системи СГСЕ – кілограм – сила (*кгс*): 1 *кгс* – сила, що надає масі міжнародного прототипу кілограму прискорення, що дорівнює $9,80665 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, у напрямку дії сили ($1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$).

Показники часу називаються *хронометрами* (від лат. *хронос* – час). Найпростіший хронометр – секундомір, який працює за принципом годинникового механізму. В практиці фізичного виховання і спорту достатньо широко використовуються як пружинні, так і електронні секундоміри.

У разі необхідності вимірювання показників, що є похідними від показників сили, часу і простору, використовуються спірограми, акселерографи і міографи.

Прилад для вимірювання швидкості пересування спортсмена називається *спідографом*. Найпростішим є так званий спідограф В. М. Абалакова. Принцип його роботи такий: на пояс прикріплюють котушку зі стрічкою. Кінець стрічки фіксують на старті. Під час бігу стрічка на катушці розмотується, а обертання самої катушки характеризує швидкість бігу спортсмена. Вимірюючи кількість обертів катушки, час забігу і дистанцію, що відповідає одному оберту катушки, визначають швидкість бігу спортсмена.

Для більш точного вимірювання швидкості пересування спортсмена використовують спідограф, принцип роботи якого ґрунтується на ефекті Доплера. Принцип використання такого спідографа полягає в тому, що на спортсмена під час бігу спрямовується ультразвукова хвиля, параметри якої вимірюються і визначається швидкість бігу.

Для вимірювання *прискорення* використовується *акселерометр* (від лат. *акселеро* – прискорювати) прилад складається з двох циклів: один – зовнішній великий, а інший внутрішній малий. Перший циліндр заповнений рідиною, в якій переміщується другий циліндр від одного торця до іншого. Обидва торці внутрішнього малого циліндра підключені до електричної мережі. Малий циліндр переміщується в гідросередовищі за інерцією. Таке переміщення прямо пропорційне прискоренню. Шкала акселерометра має градацію, що дорівнює прискоренню вільного падіння тіла, тобто $9,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$.

Для вимірювання напруження м'язів використовується *міограф* (від лат. *міо* – м'яз). Міограф складається із електродів, електричних проводів, джерела живлення, посилювача і шкали. На тілі людини є невеликі електричні потенціали і якщо до них підключити електричну мережу зі слабким джерелом живлення, посилювачем електропотенціалів і показниками току (амперметр чи вольтметр), то на шкалі приладу можна зафіксувати результати дослідження. При цьому показники будуть різними і залежатимуть від того, напружені м'язи чи знаходяться у стані спокою. Тобто, можна оцінити роботу м'язів при спортивній діяльності різного характеру.

Для реєстрації переміщень спортсменів в просторі використовується *фото-* і *кінозйомки*. Вони дозволяють зафіксувати дії спортсмена в кульмінаційний момент на фотоплівку. Потім, як правило, проводяться вертикальні, горизонтальні та осьові лінії. Знаючи параметри спортсмена, можна визначити відстань між окремими точками на його тілі та транспортиром виміряти кути. Спосіб фотозйомки дозволяє оцінити техніку спортсмена.

Деякі більшості можливості для вимірювання й оцінки рухової діяльності спортсмена має кінозйомка. Кадри кіноплівки, що віддруковані на папері називаються *кінограмми*. За їх допомогою в першу чергу досліджуються кінематичні характеристики руху і траєкторії елементів тіла, що рухаються.

Циклограма являє собою кінозйомку траєкторії точок тіла спортсмена на фоні темної стіни в темному одязі. До точок тіла спортсмена, що досліджується (до голови, колін, плечей тощо), прикріплюються електролампочки, які на циклограмі відображаються у вигляді траєкторії точок.

Останніми роками найбільш широкого розповсюдження набув метод *відеозйомки*.

Відеозйомка не потребує часу на опрацювання запису і дозволяє контролювати зображення з використанням стоп-кадру, а також з необхідною кількістю повторів. Практично необхідним є метод відеозйомки при аналізі змагальної діяльності спортсменів.

Безумовно, для вимірювання показників спортивної метрології на сучасному етапі використовуються багато інших засобів вимірювання, зокрема: оптико-електронні пристрої, датчики біоелектричних процесів, датчики біомеханічних характеристик, телеметричні системи тощо.

Види вимірювань, класифіковані за способом одержання числового значення фізичної величини:

- *прямі вимірювання* – вимірювання, при яких вимірюється безпосередньо певна фізична величина, які виконуються за допомогою певної вимірювальної апаратури;

- при *непрямих вимірюваннях* значення величини встановлюють за результатами прямих вимірювань тих величин, які пов'язані певною залежністю з тими, що потрібно виміряти;

- *сукупними вимірюваннями* називають такі, в яких значення вимірюваних величини знаходять за даними повторних вимірювань однією або декількох однойменних величин;

- *сумісні вимірювання* – це одночасно вимірювання двох або більшої кількості неоднорідних фізичних величин для визначення функціональної залежності між ними.

Види вимірювань, класифіковані за характером вимірюваної величини:

- динамічні вимірювання пов'язані з такими величинами, які в процесі вимірювання мають певні зміни;

- статичні вимірювання мають місце тоді, коли вимірювала величина практично постійна (вага диска);

- статистичні вимірювання пов'язані з певними характеристиками випадкових процесів.

Види вимірювань, класифіковані за кількістю вимірюваної інформації:

- одноразові вимірювання – це одне вимірювання однієї величини; у зв'язку з тим, що одноразові вимірювання часто мають певні помилки, слід проводити декілька одноразових вимірювань, а кінцевий результат знаходити як середнє арифметичне значення;

- багаторазові вимірювання характеризуються перевищенням кількості вимірюваних величин.

Види вимірювань, класифіковані по відношенню до основних одиниць вимірювання:

- в *абсолютних вимірюваннях* використовуються вимірювання однієї основної величини;

- *відносні вимірювання* базуються на встановленні відношення вимірюваної величини до однорідної, що використовується як одиниця.

Основні етапи процесу вимірювань. Вимірювання – це послідовність складних і різноманітних дій, які складаються з низки етапів.

Першим етапом будь-якого вимірювання є постановка вимірювальних завдань, що включає: збір даних про вимірювання і дослідження фізичних величин, їх аналіз; формування моделі об'єкта і визначення вимірюваної величини; постановку вимірювального завдання на основі прийнятої моделі об'єкта вимірювання; вибір конкретних величин, за допомогою яких буде знаходитись значення вимірювальної величини; формулювання рівняння вимірювання.

На *другому* етапі процесу вимірювання відбувається планування вимірювання, яке відбувається в такій послідовності: вибору методів вимірювань безпосередньо вимірюваних фізичних величин і можливих видів системи вимірювань; апіорна оцінка похибки вимірювань; визначення вимог до метрологічних характеристик системи вимірювань і умов вимірювань; вибір системи вимірювань у відповідності до вказаних вимог; вибір параметрів вимірювальної процедури; підготовка системи вимірювань до виконання експериментальних досліджень; забезпечення відповідних умов для вимірювання та створення можливості їх контролю.

Третій головний етап вимірювання – вимірювальний експеримент: взаємодія засобів і об'єкта вимірювань; переформування сигналу вимірювальної інформації; відтворення сигналу заданого розміру; порівняння сигналів і реєстрація результатів.

Останній етап вимірювання – обробка експериментальних даних: попередній аналіз інформації; розрахунок і внесення можливих поправок на систематичні погрішності; формулювання та аналіз математичного завдання обробки даних; побудова можливих алгоритмів обробки експериментальних даних; проведення розрахунків відповідно прийнятому алгоритму; аналіз та інтерпретація одержаних результатів.

Фактори, які впливають на якість вимірювань. Під час проведення вимірювань у метрологічній практиці повинен урахуватися вплив:

- об'єкта вимірювання;
- суб'єкта (експерти, експериментатор);
- способу вимірювання;
- засобу вимірювання;
- умов вимірювання.

Об'єкт вимірювання у фізичному вихованні та спорті є значною складністю у зв'язку з індивідуальними відмінностями; популяційними, генетичними, психологічними. Експерт або експериментатор уносить у процес вимірювання елемент суб'єктивізму. Результат вимірювання залежить від кваліфікації експериментатора, ступеня володіння ним методикою, психологічного і фізіологічного стану в момент вимірювання. Спосіб вимірювання може бути різним за точністю. Наприклад, стрибок у висоту з місця може фіксуватись за допомогою приладу Абалакова, чи відміткою крейди на стіні. Умови вимірювання можуть бути різними: температура

навколишнього середовища, вологість, атмосферний тиск, вітер, електричні та магнітні поля.

Вимірювальні шкали. Залежно від того, яка операція лежить в основі вимірювання ознаки, виділяють так звані вимірювальні шкали. На шкалі приладу фіксуються результати вимірювань. У цьому сенсі шкала має набір певних умовних знаків. Показник приладу, зупиняючись на будь-якому знаку, фіксує зміну тих або інших вимірювальних величин. Проміжок між сусідніми відмітками називається діленням шкали. Ціна шкали – це значення вимірювальної величини, яка відповідає відстані між двома сусідніми діленнями шкали.

У спортивній метрології розрізняють чотири типи шкал вимірювань:

- найменувань (номінальна);
- порядку (рангів);
- інтервалів (різниць);
- відношень.

Перші дві шкали – найменувань та порядку є неметричними шкалами, а останні – інтервалу і відношень є метричними шкалами.

Шкала найменувань. Номінальний рівень вимірювань – це найпростіший рівень вимірювань. Він дає лише набір дискретних категорій, який дозволяє розмежувати різні об'єкти. Приклад номінальних шкал: «стать» (1 – жіноча, 2 – чоловіча), «національність» – (1 – українець, 2 – росіянин, 3 – білорус). Відмітимо, що в шкалах найменувань ураховується лише одна властивість числа, а інші – ні. Числа, що складають шкалу дозволяється міняти місцями. При використанні таких шкал можемо робити тільки висновок про те, чи належить об'єкт до одного чи іншого класу, тотожні різні об'єкти чи ні за вимірювальною властивістю.

Шкала порядку. Порядковий рівень вимірювання надає більше інформації і в змозі не тільки визначати особливості категорій, а і впорядкувати певні явища. Відмінності можуть визначатись у таких співвідношеннях, як «більше – менше», «швидкий – повільний». Таке порядкове вимірювання дозволяє присвоїть кожному суб'єкту число, яке дозволяє зрозуміти, як саме даний об'єкт пов'язаний з іншими в кількісних пропорціях і властивості, що його характеризують.

Шкала інтервалів. Вимірювання у такій шкалі не тільки впорядковані за рангами, але і поділені визначеними (певними) інтервалами. В інтервальній шкалі встановлені одиниці вимірювань (градус, секунда тощо). Особливістю, що відрізняє її від шкали відношень (що розглядатиметься далі), є те, що нульова точка обирається довільно. Прикладом може бути календарний час (початок літочислення в різних календарях встановлювався випадковими причинами).

Шкала відношень. Вимірювання за цією шкалою відрізняється від інтервальної шкали тим, що визначається нульова точка, яка відповідає повній відсутності прояву вимірюваної ознаки. За такою шкалою вимірюють довжину, масу тіла, час виконуваного завдання. До значень, одержаних за цією шкалою,

можна застосувати всі арифметичні дії, що має важливе значення при вимірюваннях фізичних величин.

Таблиця 3.1

Характеристика і приклади шкал вимірювань

Шкала	Характеристика	Математичні методи	Приклади
Найменувань	Об'єкти згруповані, а групи позначені номерами	Число випадків	Номер спортсмена
Порядку	Числа, що присвоєні об'єктам, відображають кількісні властивості, які їм належать	Медіана, рангова кореляція	Результати ранжування спортсменів у тесті
Інтервалів	Існує одиниця вимірювань, за допомогою якої об'єкти можна не тільки впорядкувати, а й приписати їм числа так, щоб рівна різниця відображала різні відмінності в кількості вимірюваної властивості	Середня величина, середнє квадратичне відхилення	Температура тіла, суглобні кути
Відношень	Відношення чисел, присвоєних об'єктам після вимірювань, відображає кількісні відношення вимірюваної властивості	Усі методи статистики	Довжина і маса тіла, сила рухів, прискорення

Точність вимірювань. У фізичному вихованні та спорті деякі вимірювання не можуть бути виконані абсолютно точно, існують певні помилки. Знання точності вимірювань і оцінка при цьому помилки – важлива умова метрологічних вимірювань. Під точністю вимірювань розуміють ступінь наближення результату вимірювань до дійсного значення вимірюваної величини. Різниця між одержаним при вимірюванні значенням і дійсним значенням вимірюваної величини називають помилкою результату вимірювання.

Точність вимірювань залежить від багатьох чинників, зокрема:

- об'єкта вимірювання;
- суб'єкта (експерта, експериментатора);
- способу вимірювання;
- засобів вимірювання;
- умов вимірювання.

Результат вимірювання включає похибку, величина якої тим менша, чим точніший метод вимірювань і вимірювальний прилад. Маючи на увазі похибку

вимірювань, необхідно уточнити, що таке основна, додаткова, абсолютна, відносна, систематична і випадкова похибки.

Основна похибка - це похибка методу вимірювання чи вимірювального приладу, що має місце в нормальних умовах.

Додаткова похибка - не похибка вимірювального приладу, викликана відхиленням умов його роботи від нормальних, (наприклад, змінюється (падає) напруга електричної мережі).

Систематичні помилки. Систематичною називають помилку, величина якої не змінюється від вимірювання до вимірювання. Розрізняють такі систематичні помилки:

- інструментальні помилки є результатом конструктивних недоліків вимірювальної апаратури, її несправності чи нерівного градування, (наприклад, при визначенні МСК спортсмен часто використовує маску для забору повітря, що утруднює дихання і спортсмен, як правило, знижує об'єм повітря, яке він видихає і тим самим зменшує результати МСК);

- помилки установки, які виникають у зв'язку з неправильним розташуванням вимірювальної апаратури (наприклад, розташування вимірювальної апаратури поблизу приладів, що живляться сильним струмом, або магнітного поля, яке може змінити показники приладів);

- помилки, пов'язані з об'єктом вимірювання: як відомо, об'єктом вимірювання в спортивній практиці є рухова діяльність спортсмена, його психологічні, біомеханічні процеси, ці вимірювання характеризуються значною варіативністю;

- помилки суб'єкта вимірювання, які пов'язані з індивідуальними особливостями дослідника, для запобігання таких помилок потрібен підбір кваліфікованих осіб, яким довіряють вимірювання;

- помилки методу вимірювання, які є результатом недостатньої теоретичної обґрунтованості даного вимірювання.

За характером прояву систематичні помилки поділяються на постійні та змінні. Постійними називають такі помилки вимірювання, які залишаються незмінними протягом усього вимірювання. Змінними називають помилки, що виникають у процесі вимірювання. Боротьба із систематичними помилками ведеться різними способами, із яких потрібно зупинитись на таруванні (перевірка показників вимірювальних приладів шляхом порівняння з показниками еталонів) і калібруванні (визначення помилок або поправок для сукупності мір) вимірювальної апаратури, та методами (коли певна фізична величина вимірюється різними способами) і рандомізація (спосіб включення невідомих постійних систематичних помилок).

Абсолютні помилки вимірюються в тих самих одиницях, що і сама вимірювальна величина. *Відносні помилки* зазвичай вимірюються у відсотках. До основних помилок відносять помилки методу вимірювання або вимірювального приладу, що мають місце за нормальних умов їх використання.

Одиниці вимірювань в спортивній метрології. В 1790 р. у Франції була створена так звана метрична система мір за основну одиницю довжини був прийнятий метр, за одиницю ваги (в той час не було різниці між поняттями

«вага» і «маса») – вага 1 см^3 хімічно чистої води при температурі близько $+ 40 \text{ С}$ – грам (пізніше кілограм). Окрім цих двох одиниць, метрична система в своєму початковому варіанті включала також одиниці площі (ар – площа квадрата зі стороною 10 м), об'єм (стер, рівний об'єму куба з ребром 0,1 м). У цій першій системі одиниць ще не було чіткого розподілу одиниць на основні та похідні.

Уперше поняття про *систему одиниць* як *сукупність основних і похідних* ввів німецький вчений К. Ф. Гаус у 1832 р. За його методом побудова систем одиниць різних величин спочатку встановлюють чи вибирають довільно декілька величин незалежно одна від одної. Одиниці цих величин називають *основними*, так як вони є основою побудови системи інших величин. Одиниці, що виражені через основні одиниці, називають *похідними*. Повна сукупність основних і похідних одиниць, встановлених таким шляхом і є *системою одиниць фізичних величин*.

Як *основні* одиниці в системі, що запропонував К. Ф. Гаус, були прийняті: одиниця довжини – міліметр, одиниця маси – міліграм, одиниця часу – секунда. Цю систему одиниць назвали абсолютною.

Спочатку були створені системи одиниць, що були засновані на трьох одиницях, і перевага віддавалась системам, що побудовані на одиницях довжини – маси – часу. Це такі системи, як МКС: метр – кілограм – секунда; СТС – сантиметр – грам – секунда.

Наявність різних систем вимірювання фізичних величин, велика кількість позасистемних одиниць створювали певні труднощі при переході від однієї системи до іншої при відповідних перерахунках.

Тому виникла необхідність у створенні єдиної системи одиниць вимірювань.

У 1960 р. XI Генеральна конференція прийняла міжнародну систему одиниць (*Systeme International d'Unstes – fpr*) із скороченим позначенням «*Si*» – «*SI*».

У наступні роки Генеральна конференція прийняла декілька доповнень і змін, в результаті чого система «*SI*» стала складатись із семи *основних* (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль, кандела) і двох додаткових (плоский кут, тілесний кут) одиниць (табл. 3.2.).

Похідні одиниці вимірювань у спортивній метрології:

сила – ньютон ($1N = 1 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$); швидкість – метр за секунду ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$); об'єм літр (*л*); кут повороту – градус кутовий (\dots°) радіан(*рад*); темп (частота) рухів за секунду (с^{-1}); прискорення – метр за секунду в квадраті ($\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$); момент інерції – кілограм – метр у квадраті ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$); момент сили – ньютон – метр (*Н·м*); імпульс сили – ньютон – секунда (*Н·с*); потужність – ват (*Вт*).

Основні та похідні показники спортивної метрології: кінетична енергія – Дж; потенційна енергія – Дж; швидкість поглинання кисню – $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}$; метаболічний еквівалент – МЕТ (кількість кисню, що споживається за 1 хв на 1 кг маси тіла); частота серцевих скорочень – ЧСС ($\text{уд}\cdot\text{хв}^{-1}$); легенева вентиляція – ЛВ ($\text{л}\cdot\text{хв}^{-1}$); лактат у крові – $\text{мг}\%$; $\text{ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$; анаеробна потужність – $\text{ккал}\cdot\text{хв}^{-1}$; максимальне споживання кисню – МСК ($\text{л}\cdot\text{хв}^{-1}$); концентрація глюкози в крові –

борг – $мл \cdot кг^{-1}$; життєва ємність легень – ЖЄЛ ($л$); легенева вентиляція – $л \cdot хв^{-1}$; парціальна напруга O_2 в артеріальній крові – $мм.рт.ст.$; поріг анаеробного обміну – ПАНО – $\%$ від МСК; загальний об'єм серця – $см^3 \cdot кг^{-1}$; швидкість споживання кисню – $л \cdot хв^{-1}$; потужність фосфатної системи – $Вт \cdot с^{-1}$; ємність анаеробної системи – $ккал \cdot кг^{-1}$.

Таблиця 3.2

Основні одиниці міжнародної системи одиниць

Величина			Одиниці		
				позначення	
Найменування	Розмірність	Рекомендоване позначення	Найменування	Українське	Міжнародне
Основні					
Довжина	L	I	Метр	М	m
Маса	M	M	Кілограм	КГ	
Час	T	T	Секунди	С	S
Сила електричного струму	I	I	Ампер	А	А
Термодинамічна температура	Θ	T	Кельвін	К	К
Кількість речовини	N	n,v	Моль	Моль	Mol
Сила світлі	I	I	Кандела	кд	cd
Додаткові					
Плоский кут			Радіон	Рад	Rad
Тілесний кут			Стерадіон	СР	Sr

Наведені одиниці вимірювань складають основу кількісних досліджень у фізичному вихованні та спорті. Вихідні дані, що виражені в цих одиницях, використовуються для практичних вимірювань, які здійснюються за допомогою спеціальних засобів вимірювань.

Сучасна уніфікація одиниць вимірювання, технологій і технічних засобів дозволила в науці про спорт одержати інформацію більше ніж від 3000 окремих параметрів. Їх можна розподілити на чотири рівні:

- інтегральні – відображають сумарний ефект функціонального стану різних систем організму (наприклад, спортивну майстерність);
- комплексні – відносять до однієї із функціональних систем організму людини (наприклад, фізичної підготовленості);
- диференціальні – характеризують тільки одну властивість системи (наприклад, розвиток координаційних здібностей);

- одиничні – розкривають одну величину окремої властивості системи (наприклад, розвиток швидкісної сили як складової силових здібностей людини).

Основними вимірюваними і контрольованими параметрами в наукових дослідженнях із фізичного виховання та спорту є: фізіологічні, фізичні та психологічні параметри тренувального навантаження і відновлення; параметри розвитку координаційних, силових, швидкісних здібностей, здібностей до витривалості та гнучкості в суглобах людини; функціональні параметри серцево-судинної, дихальної, сенсорних систем; біомеханічні параметри спортивної техніки.

Питання для самоконтролю

1. Які є види вимірювань?
2. Що називається вимірюванням?
3. Назвіть основні одиниці вимірювань системи СІ.
4. Охарактеризуйте основні інструментальні засоби вимірювань.
5. Які є шкали вимірювань?
6. Від яких чинників залежить точність вимірювань?
7. Які бувають похибки вимірювання?
8. Що ви розумієте під тарированням, калібруванням, рандомізацією?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Основи теорії вимірювань».
2. Навести приклади шкал вимірювань, які використовують у обраному вами виді спорту.

Тема 4. Основи теорії тестів

Зародження вчення про тести. Засновником теорії тестів вважають англійського вченого Ф. Гальтона. У 1884 р. на Міжнародній виставці в Лондоні Ф. Гальтон організував антропометричну лабораторію, яка викликала значний інтерес, за день її відвідувало понад 90 осіб. У результаті першого масового дослідження антропометричних даних було обстежено 9337 осіб.

Термін «тест» уперше застосував Д. Кеттел у праці «Розумові тести і вимірювання» (1890). Згодом їм було створено близько 50 «розумових тестів» для визначення почуття часу, дослідження оперативної пам'яті. Починаючи з початку ХХ століття, тести отримують широке розповсюдження у сфері освіти. В. Маккол у цей період розділив тести на педагогічні та психологічні.

Важливим засобом перевірки тестів став коефіцієнт, який був розроблено у 1900 р. К. Пірсоном. Створення теорії кореляції змінило методологію конструювання тестів.

У 1904 р. Спірменом було розроблено коефіцієнт кореляції для перевірки якості тестів. Було створено перший метод оцінки надійності тестів.

Теорія тестування у фізичному вихованні одержала наукове обґрунтування лише всередині 20-х років ХХ століття. У 1925 р. було надруковано наукову працю «Тест фізичних здібностей у процесі фізичного виховання» (Ф. Роджер), у 1934 р. – «Вимірювання загальних рухових здібностей людини» (Д. Брайс).

Значний внесок у розробку теорії тестів зробили В. Філін («Педагогічні методи дослідження у спорті», 1960); В. М. Заціорський («Спортивная метрология», 1982); М. А. Годик («Спортивная метрология», 1988), В. Л. Карпман («Тестирование в спортивной медицине», 1988).

Останнім часом теорія тестів одержала розвиток у працях Л. П. Сергієнка («Комплексне тестування рухових здібностей людини», 2010), В. Б. Коренберга («Спортивная метрология», 2004), Б. Х. Ланди («Методика комплексной оценки физического развития», 2004), Т. Ю. Круцевич («Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей», 2005), С. В. Начинської («Спортивная метрология», 2005).

Основні поняття і вимоги до тестів. Тест (англ. test випробування) – програма, схема процесу вимірювання, випробування з метою визначення актуальних чи потенційних властивостей або можливостей спортсмена.

Вимірювання, які можна було б назвати тестами, повинні відповідати таким вимогам:

- чітко окреслена мета вимірювання чи випробування;
- процедура тесту повинна бути стандартною (однакові умови протягом багаторазового випробування);
- тест має бути придатним, тобто, він має відповідати контингенту тих, що беруть участь у тестуванні, а також тест має відповідати сучасному стану виду спорту чи професії;
- визначена інформативність тесту;
- визначення надійності тесту;
- повинна бути розроблена система оцінок результатів у тестах;
- вид контролю (оперативний, поточний чи етапний).

Процедура виконання тесту називається *тестуванням*; *результатом тестування* є числове значення, що отримується в процесі вимірювання.

Залежно від мети всі тести розподіляються на декілька груп.

До *першої* з них входять показники, що вимірюються в стані спокою. До таких тестів відносяться показники фізичного розвитку (довжина і маса тіла, товщина жирових складок, об'єм м'язової та жирової тканини тощо), показники, що характеризують функціонування основних систем організму (частоту серцевих скорочень, склад крові, сечі). До цієї групи входять психологічні тести. Інформація, що отримується за допомогою цих тестів, є основною – по-перше, для оцінки фізичного стану спортсмена, по-друге, для порівняння значень отриманих при виконанні навантажень.

Друга група – це стандартні тести, коли всім спортсменам пропонується виконати однаково завдання (наприклад, віджимання в упорі лежачи 10 разів, чи подолання 1000 м за 4 хв та ін.). Специфічна особливість цих тестів полягає

у виконанні не максимального навантаження, а значить відсутня мотивація на досягнення максимально можливого результату.

Результат такого тесту залежить від способу навантаження: якщо задається механічна величина навантаження, тоді вимірюються медико-біологічні показники. Якщо навантаження тесту задається за медико-біологічних показників, тоді вимірюються певні компоненти навантаження (час, відстань, швидкість тощо).

До *третьої* групи входять тести, при виконанні яких необхідно показати максимально можливий результат у відповідному руховому завданні. В цьому випадку вимірюються значення різних функціональних систем (ЧСС, накопичення молочної кислоти в крові, МСК тощо). Основною вимогою виконання таких тестів є висока мотивація і мобілізація вольових якостей.

Тести, що входять до другої та третьої групи, належать до рухових тестів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Класифікація тестів (В. М. Заціорський)

Назва тесту	Завдання спортсмену	Результат	Приклад
Рухові тести	Показати максимальний результат	Рухові досягнення	Біг 30 м, час бігу
Стандартні функціональні проби	Однакові для всіх. Дозується: • за величиною виконаної роботи; • за величиною фізіологічних зрушень	Фізіологічні чи біологічні показники	Реєстрація ЧСС при стандартній роботі (велоергометр)
Максимальні функціональні проби	Показати максимальний результат	Фізіологічні чи біохімічні показники	Визначення максимального кисневого боргу чи максимального споживання кисню

Виходячи з метрології інтерпретації результатів тестування, тести класифікуються на нормативно-орієнтовані та критеріально-орієнтовані.

Нормативно-орієнтувальний тест (англ. *norm – referenced test*) дозволяє порівнювати досягнення (рівень підготовки) окремих спортсменів один з одним. Нормативно-орієнтувальні тести використовуються для того, щоб отримати надійні та нормально розподілені бали для порівняння спортсменів.

Бал (індивідуальний бал, тестовий бал) – кількісний показник властивості, яка вимірюється в даного спортсмена за допомогою відповідного тесту.

Іншими словами нормативно-орієнтувальні тести використовуються з метою ранжування спортсменів одного виду спорту і однієї кваліфікації.

Нормативно-орієнтувальний тест (англ. *criterion referenced*) дозволяє оцінювати в якій мірі спортсмени оволоділи необхідним завданням (рухові якості, технікою рухів тощо).

Тести, результати яких залежать від двох і більше чинників, називаються *гетерогенними*, а якщо переважно від одного чинника – *гомогенними* тестами.

Оцінка підготовленості спортсменів за одним тестом проводиться достатньо рідко. Як правило, використовується декілька тестів. В цьому випадку прийнято називати їх комплексом (батареєю) тестів.

Для *стандартизації проведення тестування* в спортивній практиці необхідно дотримуватись певних вимог:

- режим дня, що передуює тестуванню, має будуватись за однією схемою; не має бути середніх і великих навантажень, але можуть проводитись заняття відновлювального характеру. Це забезпечить рівень поточного стану спортсменів, а вихідний рівень перед тестуванням буде однаковим;
- розминка перед тестуванням повинна бути стандартною (за тривалістю, підбором вправ, послідовністю їх виконання);
- бажано, щоб тестування проводили одні та ті ж люди, які знають як це робити;
- схема виконання тесту не змінюється та залишається постійною від тестування до тестування;
- інтервали відпочинку між повторними спробами одного і того ж тесту повинні ліквідувати втому, що виникає після попередньої спроби;
- спортсмен повинен показати в тесті максимально можливий результат.

Основні тести в спортивній практиці представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Основні тести в спортивній практиці

№ з/п	Зміст тесту	Що вимірюється	Примітки
1	Біг на короткі дистанції (30—60 м) з високого старту (вимірюється час бігу)	Швидкість	
2	Біг на довгі дистанції (вимірюється час забігу при фіксованій дистанції або пройдена відстань за фіксований час)	Витривалість	Тест Купера. Має відповідні таблиці
3	Човниковий біг з вказівкою прямих ділянок і кількості поворотів (вимірюється час бігу)	Спритність	
4	Підтягання або віджимання від підлоги, лавки і так далі (підраховується кількість повторень)	Сила	
6	Нахил вперед з положення сидячи або стоячи на лавці і ін. (вимірюється величина нахилу)	Гнучкість	
7	Стрибок в довжину з місця або з розгону (вимірюється довжина стрибка)	Швидкісно-силові якості	
8	Підйом на лавку певної висоти в певному темпі за певний час (вимірюється показник максимального споживання кисню)	Фізична працездатність	Гарвардський степ-тест забезпечений спеціальною таблицею

Головною вимогою до будь-якого тесту є його автентичність (рис. 4.1.).

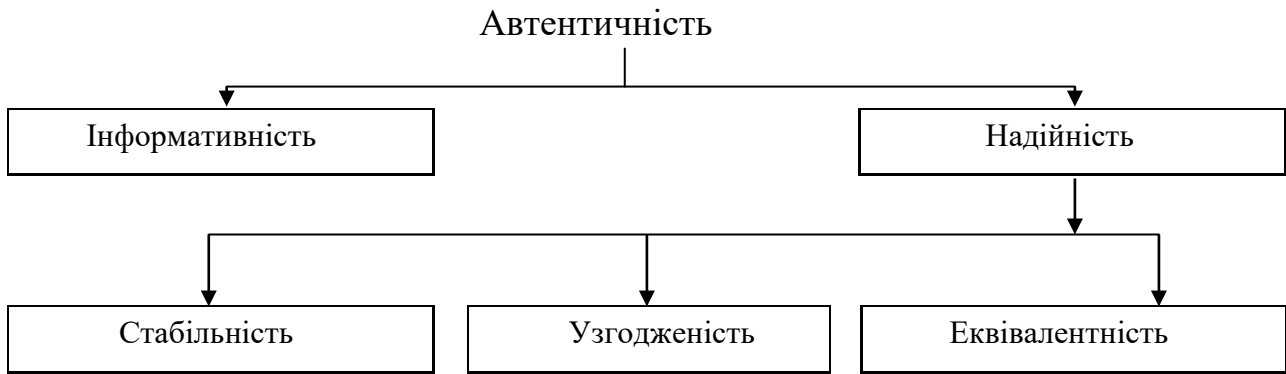


Рис. 4.1. Загальні вимоги до тесту (М. О. Годик)

Автентичність (добротність) – здатність тесту точно і надійно вимірювати властивість, що вивчається.

Інформативність (ідентично поняттю «валідність» – ціна) – це властивість тесту (батареї тестів), що проявляється як міра точності визначення в результаті тестування рівня саме тієї характеристики, що досліджується.

Надійність – здатність тесту вимірювати, що досліджується.

Стабільність – здатність тесту показувати практично один і той самий результат після закінчення певного часу в умовах, що не змінюються.

Узгодженість – здатність тесту показувати практично один і той самий результат при здійсненні тестування різними спеціалістами.

Еквівалентність – здатність тесту показувати практично один і той самий результат при використанні декількох тестових завдань.

Автентичність тесту передбачає з одного боку користування автентичним тестом, а з іншого – створення автентичного тесту.

Загалом, щоб довести автентичність тесту необхідно визначити його інформативність та надійність.

Основне доведення автентичності тесту здійснюється за допомогою коефіцієнта кореляції Браує-Пірсона.

Теоретичний аналіз інформативності тесту використовується у тих видах спорту, результати яких не можуть бути виражені метричними одиницями вимірювання (спортивні ігри, гімнастика, акробатика, бокс, боротьба тощо). Основна особливість теоретичного аналізу інформативності тесту полягає в тому, що з ним логічно спів ставляють характеристики явища, що вивчається (рухові здібності, фізіологічні показники т. ін.). За допомогою цього тесту можна визначити найбільш значущі чинники, від яких залежить результат певного рухового завдання.

Математичне значення коефіцієнтів кореляції, що характеризують інформативність тестів:

- до 0,30 – слабкий зв'язок;
- від 0,31 до 0,69 – середній зв'язок;
- від 0,70 до 0,99 – сильний зв'язок.

Загалом на нинішньому етапі розвитку спортивної метрології інформативність тестів класифікують на декілька видів.

Змістова або логічна інформативність означає, що тест є інформативним на основі думок експертів. Змістова інформативність рухових тестів має три варіанти: очевидну, внутрішню і зовнішню.

У тому випадку, коли критерії вимірюють раніше, ніж тест, говорять про *ретроспективну* інформативність. *Прогностичну* інформативність визначається тоді, коли за результатами рухових тестів дають прогностичну оцінку критерію.

Загалом, слід зауважити, що лише в разі досягнення необхідної інформативності певного тесту варто визначити його надійність.

Надійність тестів. *Надійність тесту* – властивість самого тесту, яка забезпечує повторність (ту чи іншу ймовірність задовільного збігу) результату при повторному збігу («ретест») тестування, якщо функціональний стан об'єкта, який тестується, не змінився, а також не змінились умови тестування.

Для оцінки надійності тесту можна використовувати табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Орієнтовна оцінка надійності тестів (В. Б. Коренберг)

Кількісне значення надійності	Оцінка надійності
0,99 – 0,95	Відмінна
0,94 – 0,90	Добра
0,89 – 0,80	Середня
0,79 – 0,70	Прийнятна
0,69 – 0,60	Низька

Тестування використовують в тому випадку, коли не можливо провести пряме вимірювання. З іншого боку тестування є одним із інструментів ефективного управління підготовкою спортсменів.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття «тест».
2. Які повинні бути вимоги до тестування?
3. На які групи розподіляються тести?
4. Які є різновиди рухових тестів?
5. Розкрийте сутність таких понять, як автентичність, інформативність, надійність, стабільність, узгодженість та еквівалентність тестів.
6. Охарактеризуйте методику визначення інформативності тестів.
7. Які чинники впливають на надійність тестів?
8. Що таке «ретест»?
9. Охарактеризуйте методику визначення надійності тестів.
10. Які математичні значення оцінки надійності тестів?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Основи теорії тестів».
2. Навести приклади тестів, які використовують у обраному вами виді спорту.

Тема 5. Визначення віку людини в день тестування

Відомо, що на уроках з фізичної культури учні групуються перш за все залежно від календарного віку.

Поняття «календарний вік» (хронологічний) відображає час, який пройшов з моменту народження індивідуума до певного періоду в його житті. При розподілі учнів на вікові групи до певної групи „*n* років" відносять дітей, яким у даний момент виповнилося *n* років \pm 6 місяців. Вікова група визначається з інтервалом в один рік.

Наприклад: до групи 10-річних відносять дітей віком від 9 років 6 місяців до 10 років 5 місяців 29 днів; до семирічних дітей відносять дітей від 6 років 6 міс. до 7 років 5 міс. 29 днів; до 8-річних – від 7 років 6 міс. до 8 років 5 міс. 29 днів і т.д.

Існує спеціальний алгоритм визначення віку людини на момент тестування за допомогою таблиці «Дні року у десятковій системі» (див. додаток 1, табл. 1). Для визначення віку людини на момент обстеження необхідно відняти рік її народження з року обстеження і отримати число повних років. Для визначення числа місяців необхідно знайти графі, відповідні місяцю обстеження і місяцю народження людини і на їх перетині знайти цифру, яка показує число місяців, які потрібно додати або відняти (залежно від знаку) від отриманого числа повних років.

Наприклад:

1. Записати дату тестування.

Наприклад: 4 вересня 2017 року.

2. Записати дату народження.

Наприклад: 15 січня 1998 року.

3. У таблиці «Дні року в десятковій системі» на перехрещенні числа і місяця находимо значення, яке відповідає даті тестування і даті народження (див. додаток 1, табл. 1).

04.09.2017– 674

15.01.1998– 038

4. Отримані значення, які відповідають даті тестування і даті народження, записуємо після коми (число, знайдене в таблиці), до коми записуємо рік тестування і рік народження.

04.09.2017– 2017,674

15.01.1995 – 1998,038

5. Для визначення віку в день тестування знаходимо різницю між значенням, яке відповідає даті тестування і даті народження:

$$2017,674 - 1998,038 = 19,636 \approx 20$$

Вік у день тестування – 20 років.

6. Для визначення паспортного віку в день тестування знаходимо різницю між значенням, яке відповідає року тестування і року народження:

$$2017 - 1998 = 19$$

Паспортний вік – 19 років.

Висновок: паспортний вік – 19 років, а вік у день тестування – 20 років.

Питання для самоконтролю

1. Що відображає поняття «календарний вік»?
2. На які вікові групи розподіляють учнів залежно від дати народження?
3. Яким чином визначається вік людини на день тестування?
4. Яким чином використовувати таблицю «Дні року в десятковій системі» в процесі визначення віку людини на день тестування?
5. З якою метою визначається вік досліджуваного на день тестування?
6. Які є різновиди рухових тестів?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Визначення віку людини в день тестування».
2. Відповідно до прикладу визначити вік на момент тестування за особистими даними.

Тема 6. Соматометричні і фізіометричні величини фізичного розвитку людини

Рівень фізичного розвитку можна визначити в кожній людині незалежно від статі, віку, фізичної підготовленості, працездатності, умов життя. Безперечно, умови життя, виховання, заняття фізичними вправами по-різному впливають на рівень фізичного розвитку. У теорії і методиці фізичного виховання термін “фізичний розвиток” має два трактування: 1) “стан”; 2) “процес”.

Фізичний розвиток як процес – зміна форм і функцій організму людини під впливом умов життя і виховання або під впливом фізичних вправ.

Фізичний розвиток як стан – комплекс ознак, що характеризують морфо-функціональний стан організму, рівень фізичних якостей і здібностей, необхідних для життя і практичної діяльності.

Оцінюючи загальний рівень фізичного розвитку, частіше за все дітей розподіляють на три групи: акселерати, медіанти і ретарданти.

Акселерація – прискорення біологічного дозрівання і психологічного розвитку дітей і підлітків.

Акселерати – діти із прискореним, тобто таким, що випереджає паспортний вік, розвитком і дозріванням у більш ранні терміни.

Медіанти – діти, які мають середній рівень фізичного розвитку (за довжиною тіла) і відповідні йому за розміром ознаки – масу тіла й окружність грудної клітки.

Прискорення і затримка темпу фізичного розвитку має свої негативні та позитивні риси.

Прискорення росту супроводжується поліпшенням фізичного розвитку і моторики. Діти з уповільненим розвитком поповнюють групу неблагополучних із погляду здоров'я.

У акселератів частіше спостерігаються порушення гармонійності психосоціального розвитку. Акселерати частіше, ніж діти середнього і низького фізичного розвитку, хворіють.

Акселерацію необхідно враховувати при організації навчально-виховного процесу, вона повинна вести до значної зміни форм, способів і методів фізичного виховання в різні вікові періоди. Діти рано стають дорослими фізично, а рівень працездатності відстає від фізичної зрілості. Тенденція виділяти успіхи у фізичному вихованні дітей-акселератів є принципово неправильною.

Медіанти і ретарданти в більш ранні календарні терміни потенційно можуть обходити акселератів, які досягають видатних успіхів у спорті в зрілому віці. Статеве дозрівання починається раніше в школярів, які мають високий і вище за середній рівень фізичного розвитку.

Показники фізичного розвитку характеризуються:

1. Соматометричними величинами:

- а) довжина тіла;
- б) маса тіла;
- в) окружність грудної клітки.

2. Фізіометричними величинами:

- а) ЖЄЛ (життєва ємкість легень);
- б) сила стиску кисті;
- в) станова сила.

3. Соматоскопічними величинами:

- а) розвитком кістково-м'язової системи;
- б) кровопостачання;
- в) жировідкладення;
- г) статевий розвиток;
- д) статура;
- е) постава.

Тільки керуючись сукупністю цих показників, можна визначити рівень фізичного розвитку.

Заняття фізичними вправами позитивно впливають на рівень фізичного розвитку. У людини, що займається фізичними вправами, рівень фізичного розвитку вище, ніж у людини, яка не займається.

Питання для самоконтролю

1. Що таке фізичний розвиток?

2. Кого відносять до акселератів, медіантів і ретардантів?
3. За якими показниками визначається фізичний розвиток людини?
4. Назвіть соматометричні та фізіометричні величини фізичного розвитку людини.
5. Як проводиться антропометрія соматометричних показників фізичного розвитку людини?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Соматометричні та фізіометричні величини фізичного розвитку людини».
2. Провести вимірювання соматометричних і фізіометричних показників фізичного розвитку. За отриманими показниками скласти таблицю (див. додаток 2, табл. 2).

Тема 7. Оцінка фізичного розвитку людини за методом індексів

Розрахунок оптимальної маси тіла. Оптимальна маса тіла розраховується за формулою (див. додаток 3, таблиця 3) залежно від віку.

Якщо обхват зап'ястя в юнаків більше 18 см, а в дівчат більше 16,5 см, то знайдені за формулою величини збільшити на 4,5 кг. При вузькій кисті (обхват зап'ястя в юнаків - 16 см і менше, у дівчат - 14 см і менше) розраховані за формулою величини зменшити на 3 кг.

Визначення ступеня жировідкладення.

Перевищення маси тіла в межах 1-14 % свідчить про нормальну масу тіла, в межах 15-29 % - про ожиріння 1-го ступеня, 30-49 % - про ожиріння 2-го ступеня, 50-99 % - про ожиріння 3-го ступеня і 100 % і більше - про ожиріння 4-го ступеня.

Розрахунок належного обхвату грудної клітки (НОГК) виконують за формулою:

для юнаків: $\text{НОГК} = 0,01 \times \text{Д} + 84,7$;

для дівчат: $\text{НОГК} = 0,16 \times \text{Д} + 62,0$;

де Д – довжина тіла, см.

Розрахунок екскурсії грудної клітки.

Екскурсія грудної клітки визначається як різниця між розмірами обхвату грудної клітки на вдиху і видиху.

Цей показник залежить від розвитку грудної клітки, а також від типу подиху. Розмір його в молодих здорових людей коливається від 6 до 9 см. При достатньому фізичному розвитку, зокрема, якщо багато уваги приділяється циклічним вправам, що розвивають витривалість, екскурсія грудної клітки може бути значно більшою.

Розрахунок масо-ростового індексу Кетле за показниками маси і довжини тіла.

Індекс Кетле (ІК) розраховується за формулою: $ІК = МТ : Д$
де МТ – маса тіла, г; Д – довжина тіла, см.

Оцінка результатів: залежно від значення ІК, досліджуваного відносять до одного з 5 рівнів фізичного розвитку (див. додаток 3 табл. 4).

Розрахунок індексу фізичного розвитку (індексу Піньє) й оцінка рівня функціональних і рухових можливостей за О. Д. Дубогай

Індекс фізичного розвитку (ІФР) розраховується за формулою:

$$ІФР = Д - (МТ + ОГК),$$

де Д – довжина тіла, см;

МТ – маса тіла, кг;

ОГК – обхват грудної клітки, см.

Залежно від отриманого значення індексу проводять оцінювання рівня функціональних і рухових можливостей досліджуваних (див. додаток 3, табл. 5).

Розрахунок належної життєвої ємкості легень (НЖЄЛ).

За формулою Людвіга (В.С. Язловецький, 1991)

- для юнаків $НЖЄЛ = 40 \times Д + 30 \times МТ - 4400$

- для дівчат $НЖЄЛ = 40 \times Д + 10 \times МТ - 3800$,

де Д – довжина тіла, см

МТ – маса тіла, кг

За формулою Гарріса-Бенедикта

- для юнаків: – при довжині тіла 164 см і менше: $НЖЄЛ = 4,53 \times Д - 39$;

- при довжині тіла більше 164 см: $НЖЄЛ = 10,0 \times Д - 12,85$;

- для дівчат: – $НЖЄЛ = 3,75 \times Д - 3,156$,

де Д – довжина тіла, м

Величина ЖЄЛ залежить від статі, віку, розмірів тіла і стану тренуваності. Вона коливається в широких межах: у середньому в жінок від 2,5 до 4 л, а в чоловіків – 3-5,5 л. У спортсменів ЖЄЛ більше ніж у нетренованих людей. У важкоатлетів вона складає біля 4000 мл, у футболістів – 4200, у гімнастів – 4300, у плавців – 4900, у веслярів – 5500 мл і більше. Залежно від отриманого значення фактичної ЖЄЛ проводиться оцінка (див. додаток 3, табл. 6).

У нормі в здорових дітей і підлітків ЖЄЛ відхиляється від НЖЄЛ у межах $\pm 15\%$ (оцінюється по відношенню ФЖЄЛ (НЖЄЛ)). Перевищення ЖЄЛ свідчить про високий функціональний стан легень. Зниження ЖЄЛ більше ніж на 18% може вказувати на патологію легень.

Розрахунок і оцінка життєвого індексу.

Життєвий індекс (ЖІ) визначається за формулою:

$$ЖІ = ЖЄЛ : МТ,$$

де ЖЄЛ – життєва ємкість легень;

МТ – маса тіла.

Оцінка результатів: отримане значення ЖІ порівнюють із значеннями, які наведені в таблиці (див. додаток 3 табл. 7).

Питання для самоконтролю

1. Яким чином розраховується оптимальна маса тіла?
2. Які відхилення від оптимальної маси вважаються за норму?
3. Як визначається належний обхват грудної клітки?
4. Як розрахувати масо-ростовий індекс Кетле?
5. Як проводити порівняння фактичних і належних величин?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Оцінка фізичного розвитку людини за методом індексів».
2. За особистими даними провести визначення фізичного розвитку за методом індексів. За отриманими показниками скласти таблицю (див. додаток 4 табл. 8).

Тема 8. Соматоскопічні величини фізичного розвитку людини

Розрахунок і оцінка пропорційності статури (ПС), %.

Пропорційність статури розраховується за формулою:

$$ПС = \frac{\text{Довжина тіла} - \text{Довжина тіла сидячи}}{\text{Довжина тіла}} \times 100 \%$$

Довжина тіла сидячи

Оцінка: 87-92 % – пропорційний фізичний розвиток

< 87 % – відносно маленька довжина ніг

> 92 % – велика довжина ніг

Розрахунок і оцінка гармонійності статури.

Гармонійність статури (ГС), % розраховується за формулою:

$$ГС = \frac{ОГК}{ДТ} \times 100\%$$

де ОГК – обхват грудної клітки, см

Д Т – довжина тіла, см

Оцінка: 5- 55 % – статура в нормі

< 50 % – розвиток слабкий

> 55 % – високий

Розрахунок і оцінка пропорційності розвитку грудної клітки.

Пропорційність грудної клітки розраховується за індексом Ерісмана (ІЕ):

$$ІЕ = ОГК - \frac{Д}{2}$$

де ОГК – обхват грудної клітки

Д – довжина тіла

Оцінка: позитивне значення індексу свідчить про нормальну ширину грудної клітки, негативне – про вузькогрудість

для чоловіків – норма від + 3 до + 6

для жінок – від - 5 до + 2

Розрахунок і оцінка стану постави (СП), %.

Стан постави розраховується за формулою:

$$\text{СП} = \frac{\text{ширина плечей} \times 100 \%}{\text{розмір дуги спини}}$$

Оцінка: 100-110 % – норма

< 90 % або 125 % – виражене порушення постави

Розрахунок і оцінка розвитку мускулатури плеча (МП), %.

Розвиток мускулатури плеча розраховується за формулою:

$$\text{МП} = \frac{\text{різниця обох обхватів плеча} \times 100 \%}{\text{обхват при вільно опущеній руці}}$$

де різниця обох обхватів плеча – це різниця між обхватом плеча при зігнутих у лікті й напруженій руці й обхватом при вільно опущеній руці.

Оцінка: 5-12 % – нормально розвинена мускулатура плеча

< 5 % – недостатньо розвинена

> 12 % – сильно розвинена

Визначення пропорційності статури за допомогою порівняння різноманітних обхватів (для дорослих).

Співвідношення між обхватом талії і довжиною тіла в нормі складає 45 %

$$100\% \times \frac{OT}{D} = \text{норма} 45\%,$$

де OT – обхват талії, см;

D – довжина тіла, см

Обхват шиї в 2 рази менше обхвату талії – пропорційно складена людина.

Обхват стегна в 1,5 рази більше, ніж обхват гомілки – пропорційно складена людина.

Обхват гомілки частіше дорівнює обхвату напруженого плеча у чоловіків, а у жінок – обхвату шиї – пропорційно складена людина.

Ширина плечей розвинутого чоловіка на 6-10 см ширше стегон.

Для визначення *типу конституції* необхідно знати їх характеристику:

а) астеники частіше худі, стрункі, з довгими і тонкими кінцівками, довгою і вузькою грудною кліткою; м'язи відносно слабо розвинені;

б) нормостеники мають пропорційне співвідношення поперечних і подовжніх розмірів тіла, сильно розвинену мускулатуру;

в) гіперстеники мають масивний тулуб, короткі ноги і широку грудну клітку.

Питання для самоконтролю

1. Яким чином визначається пропорційність будови тіла?
2. Як розраховується і оцінюється гармонійність статури?
3. Як розраховується і оцінюється пропорційність розвитку грудної клітки?
4. Яким чином проводиться оцінка стану постави?
5. За якою формулою визначається оцінка розвитку мускулатури плеча?
6. Охарактеризуйте типи конституції тіла людини.

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Соматоскопічні величини фізичного розвитку людини».
2. За особистими даними провести визначення пропорційності своєї статури. Зробити загальний висновок за одержаними оцінками. Зробити висновок із припущенням щодо типу конституції (астенічний, нормостенічний, гіперстенічний) і пояснити його.

РОЗДІЛ 2. МЕТРОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ. КОНТРОЛЬ ЗА ТЕХНІКО-ТАКТИЧНОЮ МАЙСТЕРНІСТЮ. МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

Тема 9. Основи теорії оцінок

Основні поняття. В практиці спорту достатньо часто використовується не один тест, а комплекс тестів. В цьому випадку виникає декілька проблем, а саме:

- оцінка результатів тестів, що виражені в різних одиницях вимірювання (наприклад сила в кг чи Н; час у с; МСК – в $\text{мм}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{хв}^{-1}$; ЧСС – в уд·хв тощо);
- оцінка рівня підготовленості за конкретним результатом окремого тесту (наприклад, показаний результат бігу на 30 м з високого старту, що дорівнює 4,3 с, може розглядатись як дуже добрий чи дуже поганий залежно від кваліфікації спортсмена);
- комплексна оцінка підготовленості спортсменів за результатами різних тестів.

Ці проблеми вирішуються, коли результати тестування представляються у вигляді оцінок, очок, балів, розрядів тощо.

Оцінка – результат проведення оцінювання, що характеризує об'єкт оцінювання (або не сам об'єкт у його цілісності, а лише деякі його ознаки).

Оцінка педагогічна – уніфікована міра успіху стану людини, її ознак, перспективності, успіху при виконанні завдання. Розрізняють оцінки:

1. *Кваліфікаційні* – визначаються за результатами у змаганнях чи тестуваннях з метою формування кваліфікаційних груп;
2. *Навчальні* – визначають міру успіху в навчальній діяльності;
3. *Діагностичні* – відображають стан об'єкта в момент дослідження;
4. *Прогностичні* – відображають потенційні можливості розвитку об'єкта.

Педагогічні оцінки мають два аспекти: інформаційний і мотиваційний.

Інформаційний аспект дає інформацію спортсмену і тренеру (учню, вчителю) про рівень ознаки, що оцінюється, дію, результат, активність. *Мотиваційний аспект* – той чи інший рівень оцінки в різних випадках може

заохочувати зусилля спортсмена (учня) або понижувати активність із-за пониження відповідної мотивації.

Бали (фр. *balle* м'яч, шар) – умовна одиниця вимірювання, яку використовують для оцінки такої ознаки об'єкта яку неможна чи дуже важко виміряти у фізичних одиницях.

Очки – в спорті це умовні одиниці, які приводять у відповідність з деякими вимірюваннями. Переведення даних вимірювань (кваліметричних даних) в очки відбувається за спеціальними шкалами оцінювання¹. Сам процес оцінювання складається з декількох стадій:

- 1) підбирається шкала, за допомогою якої можливе переведення результатів тесту в оцінки;
- 2) у відповідності з обраною шкалою результати тесту перетворюються в очки;
- 3) отримані очки порівнюються з нормами і виводиться підсумкова оцінка. Вона характеризує рівень підготовленості спортсмена відносно інших членів групи (команди, колективу).

Оцінювання відбувається за відповідною схемою (рис. 9.1).

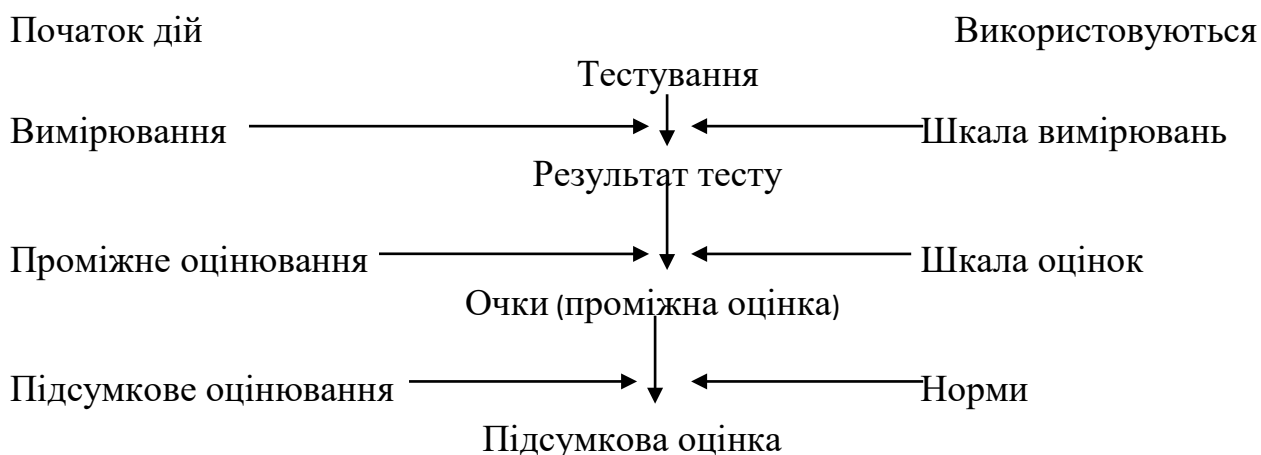


Рис 9.1. Схема оцінювання спортивних результатів і результатів тестів.

Основні завдання оцінювання.

1. За результатами оцінювання зіставляються різні досягнення в змагальних вправах. На базі цього можна розробити науково-обґрунтовані розрядні норми у видах спорту.

2. Зіставлення досягнень у різних видах спорту дозволяє вирішувати завдання рівності та їх розрядних норм (має бути ідентичний коефіцієнт затрачених зусиль при виконанні спортивних розрядів, наприклад, в футболі та легкій атлетиці).

3. Визначення певних вікових і фізичних показників у різних випробуваннях (державні тести).

4. Класифікація багатьох тестів за результатами, що показує в них конкретний спортсмен.

5. Встановлюється структура тренуваності кожного спортсмена, який бере участь у тестуванні.

6. Переведення результатів тестування в бали здійснюється різними способами (наприклад, за допомогою ранжування). Кращий результат оцінюється в 1 бал, а кожний наступний – на бал більше. Не дивлячись на певну простоту способу ранжування, він є не зовсім справедливим. Наприклад, якщо брати біг на 30 м, то різниця між 1-м і 2-м місцем (0,4 с) і 2-м та 3-м (0,1 с) оцінюється однаково в 1 бал.

Більш об'єктивним є перетворення результатів тестів в оцінки за допомогою шкал оцінювання.

Шкали оцінювання. *Шкала оцінювання* (оціночна шкала) – закон перетворення результатів тестування та загалом будь-якого вимірювання в очки, бали, умовні одиниці, тобто визначальний тип співвідношення результату і його оцінки. Тому шкалу можна задати формулою (рівнянням), таблицею, графіком. Шкали розрізняють: а) *принципово* (за типом) – якщо в їх основі лежать різні типи співвідношення оцінки і ознаки, що оцінюється; б) *модифіковано* – якщо при одному загальному підході вводяться різні кількісні співвідношення.

В цьому плані розрізняють: пропорційні, регресивні, сигмовидні шкали (рис. 4.2.).

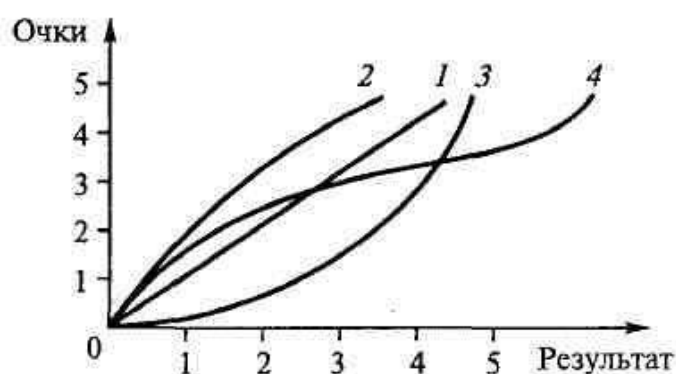


Рис. 9.2. Типи шкал оцінок (в умовних) одиницях: 1 – пропорційна; 2 – регресивна; 3 – прогресивна; 4 – сигмовидна (В. М. Заціорський).

Кожний із чотирьох графіків відображає принцип нарахування очок.

1. *Пропорційна шкала* – це однакове нарахування очок за рівний приріст результатів (наприклад, за кожні 0,1 с нараховується 20 очок).

Види спорту – сучасне п'ятиборство, ковзанярський спорт, лижні гонки, лижне двоборство, біатлон.

2. *Регресивна шкала* – за один і той же приріст результатів нараховується, по мірі зростання спортивних результатів, все менше очок.

Приклад: у штовханні ядра в діапазоні 18-20 м на кожні 10 см нараховується 20 очок, а в діапазоні 20-21 м на кожні 10 см – 15 очок.

Види спорту: стрибки, метання

3. *Прогресивна шкала* – чим вищий спортивний результат, тим більше нарахування очок, наприклад: біг 100 м – поліпшення результатів з 12,0 до 11,9 нараховується 10 очок, а з 11,0 до 10,9 – 50 очок тощо.

Види спорту: окремі види легкої атлетики, важкої атлетики.

4. *Сигмовидна шкала* – у цій шкалі в зонах високих і слабких результатів нараховується дуже мало очок, а найбільше очок нараховується за результатами в зоні середніх досягнень.

У спорті такі шкали практично не використовуються. Вони використовуються при оцінці фізичної підготовленості.

Кожна зі шкал має як свої переваги так і недоліки. Для ефективного використання шкал оцінювання на практиці доцільним є використання відповідних критеріїв.

1. Рівень часових інтервалів, що необхідні для досягнення результатів, що відповідають однаковим розрядам в різних видах спорту.

2. Рівень обсягу навантажень, які необхідно витратити на досягнення кваліфікаційних норм в різних видах спорту.

3. Рівність світових рекордів у різних видах спорту.

4. Рівні співвідношення між кількістю спортсменів, що виконують розрядні норми в різних видах спорту.

У практиці фізичного виховання та спорту використовуються деякі стандартні шкали (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Деякі стандартні шкали (Ю. І. Смірнов)

Назва шкали	Основна формула	Де і для чого використовується
С-шкала	$C = 5 + 2 \cdot Z$	При масових обстеженнях, коли не вимагається велика точність
Шкала шкільних оцінок	$H = 3 - Z$	В деяких країнах Європи
Шкала Біне	$B = 100 + 16 \cdot Z$	При психологічних дослідженнях інтелекту
Екзаменаційна шкала	$T = 500 + 100 \cdot Z$	В США при вступі до вищого навчального закладу

Стандартні шкали (standart, skala). В основі стандартної шкали лежить пропорційна шкала, а її назва походить від того, що масштабом в ній служить стандартне (середнє квадратичне) відхилення. Найбільш розповсюджена Т-шкала.

При її використанні середній результат прирівнюється до 50 очок, а стандарт до 10 очок.

$$T = 50 + 10 \frac{x^i - x}{S}, \quad (9.1)$$

де: T – оцінка результату в тесті; x_i – показаний результат; \bar{x} – середній результат; S – стандартне відхилення.

Приклад: якщо середня величина підтягувань на поперечині 14,5 разів, а стандартне відхилення – 3,8 разів, то за результат 15 разів нараховується ≈ 51 очко, а за результат ≈ 18 разів – 59 очок.

Z – шкала (зет шкала) – в ній середній результат оцінюється в нуль очок, нижче середнього результату очки з мінусом, вище – очки з плюсом.

Перцентильна шкала (англ. *per cent* відсоток «від ста») – шкала накопичувань об'єктів (у перцентильях, відсотках від загального їх числа). В основі цієї шкали лежить така операція: кожний спортсмен із групи отримує стільки очок, скільки відсотків спортсменів він випередив. Тобто, оцінка переможця 100 очок, оцінка спортсмена, що посів останнє місце – 0 очок. Перцентильна шкала найбільш часто використовується для оцінки великих груп спортсменів. Перцентиль – це інтервал шкали. При 100 спортсменах в одному перцентилі – один результат; при 50 – один результат вказується в два перцентилі (тобто, якщо випередив 30 спортсменів він отримує 60 очок). Приклад перцентильної шкали представлений на рис. 9.3.

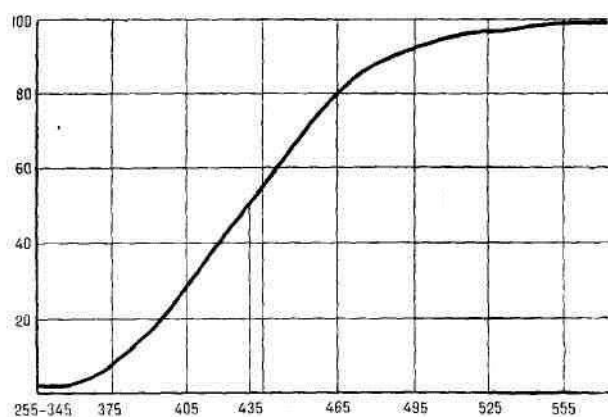


Рис. 9.3. Приклад перцентильної шкали, що побудована за результатами тестування студентів московських вищих навчальних закладів у стрибках в довжину ($n=4000$ дані Ю.Я. Бондаревського): по абсцисі – результат в стрибках в довжину, по ординаті – відсоток студентів, які показали результат, що дорівнює даному або краще його (наприклад, 50 % студентів стрибають в довжину на 4 м 30 см і далі)(В. М. Заціорський).

Для оцінювання результатів вимірювання також використовується шкала вибраних точок, параметрична шкала, шкала ДЦОЛІФКа та ін.

Шкала вибраних точок. Шкала вибраних точок будується таким чином: береться який-небудь спортивний результат (наприклад світовий рекорд) і його порівнюють, наприклад, до 1000 очок. Потім на основі результатів масових випробувань визначається середнє досягнення групи найбільш слабо підготовлених осіб і порівнюють його, наприклад, до 100 очок. Після цього, будується пропорційна шкала, на якій з'єднуються прямою лінією точки 100 та 1000 очок.

Параметричні шкали. У тих видах спорту, в яких результат залежить від таких параметрів, як довжина дистанції, вага спортсмена (види спорту циклічного характеру, важка атлетика) використовуються параметричні шкали, які відображають параметричні залежності, наприклад, між довжиною дистанції та часом її пробігання, вагою спортсмена і результатом у важкій атлетиці і т. ін. (рис. 9.4.)

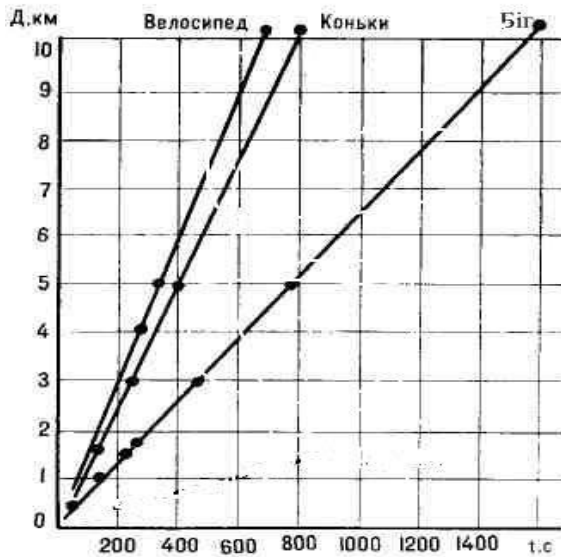


Рис. 9.4. Параметрична залежність між довжиною дистанції та часом: дані світових рекордів (В. М. Заціорський).

Шкала ДЦОЛІФКа. Шкала ДЦОЛІФКа використовується у тих випадках, коли при повторному тестуванні з тих чи інших причин змінюються попередні умови тестування. Очки за цією шкалою нараховуються за такою формулою:

$$\text{Очки} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{кращий результат} - \text{поточний результат}}{\text{кращий результат} - \text{гірший результат}} \right) \quad (9.2)$$

Наприклад, кращий результат в стрибках в довжину з розбігу – 4,80 м, гірший – 4,40 м. Очки, що нараховуються за поточний результат 4,60:

$$\text{Очки} = 100 \times \left(1 - \frac{4,80 - 4,60}{4,80 - 4,40} \right) = 50 \text{ очок}$$

Спортсмен, що показує кращий результат за шкалою ДЦОЛІФКа завжди отримує 100 очок; спортсмен, який посідає останнє місце очок не отримує.

Норми. Норма (лат. *norma* правило, зразок) – гранична величина чи інтервал значень деякої ознаки, що вимірюється – здібності, якості, властивості людини чи предмета, середовища, процесу тощо. Порівняння величини ознаки, що вимірюються, з відповідною нормою дозволяє віднести об'єкт вимірювання до конкретної групи (класу, розряду).

Норма – межева величина результату тесту, на основі якої проводиться класифікація спортсменів (школярів). Офіційними нормами є розрядні в єдиній спортивній класифікації, у державних тестах фізичної підготовленості населення України. Використовуються і неофіційні норми: їх устанавлюють фахівці у сфері фізичного виховання або тренери, наприклад, для відбору дітей

у дитячо-юнацькі спортивні школи, переводу юних спортсменів у групи спортивного вдосконалення, відбору кваліфікованих спортсменів у збірні команди.

У більш вузькому смислі, нормою в спортивній метрології називається гранична величина результату, що служить основою для віднесення до однієї із класифікаційних груп.

Існують три види норм: а) порівняльні; б) індивідуальні; в) необхідні.

Порівняльні норми встановлюються після порівняння досягнень людей, що належать до однієї та тієї самої сукупності. Процедура визначення зіставлених норм така:

- 1) вибирається сукупність людей (наприклад, студенти інститутів (факультетів) фізичного виховання і спорту України);
- 2) визначаються їх досягнення в комплексі тестів;
- 3) визначаються середні величини і стандартні відхилення;
- 4) значення $x \pm 0,5S$ приймаються за середню норму, а інші градації (низька – висока, дуже низька – дуже висока) – залежно від коефіцієнта при S . Наприклад, значення результату в тексті більше $x \pm 2S$ вважається «дуже високою» нормою.

Індивідуальні норми оснований на порівняння показників одного і того самого спортсмена в різних станах. Ці дані мають дуже важливе значення для індивідуалізації тренувального процесу.

Градація індивідуальних норм встановлюється за допомогою тих самих статистичних процедур. Індивідуальні норми широко використовуються під час поточного контролю.

Необхідні норми встановлюються на основі вимог, які ставляться до людини умовами життя, зокрема: професія, кліматичні умови, необхідність до підготовки захисту Вітчизни. У спортивній практиці необхідні норми встановлюються таким чином:

- 1) визначаються інформативні показники підготовленості спортсмена;
- 2) вимірюються результати в змагальній вправі та відповідні їм досягнення в тестах;
- 3) розраховується рівняння регресії типу $Y=kx+b$, де: x – необхідний результат у змагальній вправі; k і b – параметри рівняння регресії. Необхідні результати в тесті є необхідною нормою.

Вікові норми (лат. *Норма* спрямовуючий початок, правило, зразок) – норми (зіставлені чи необхідні), призначені для людей певного віку чи, частіше, певної вікової категорії. Це одна із різновидів зіставлених, а іноді і необхідних норм. У вікових нормах представлені критеріальні значення тих чи інших якостей, властивостей, можливостей, що характерні для людей різного віку чи вікових діапазонів (20-30 років; 30-40 тощо). До вікових норм відносять і норми рухового віку (моторного), в якому вказані конкретні (наприклад – у підтягуванні на перекладені, стрибках у довжину з місця тощо), середні («нормальні») рухові можливості, що характерні для людей різної статі та віку.

Руховий (біологічний) вік часто не співпадає з паспортним.

Для визначення вікових норм використовують два варіанти.

У першому для людей кожного віку складається одна із шкал оцінок (наприклад перцептивна шкала чи Т-шкала), а потім з її допомогою вводяться норми (наприклад, рівні 50 чи 75 очкам за перцентильної шкалою).

У другому варіанті визначається так званий біологічний (в конкретному випадку руховий вік). Він відповідає середньому календарному віку людей, що показують даний результат. Наприклад, хлопчик (без врахування віку) стрибнув у довжину з місця на 144 см. Середній результат 8-річних хлопчиків дорівнює 140 см (табл. 9.2), а хлопчиків 8 років 5 місяців – 145 см. Звідси, видно, що 144 с відповідає руховому віку 8 років 4 місяці.

Таблиця 9.2

**Руховий вік хлопчиків за даними стрибків в довжину з місця
(В. М. Заціорський)**

Результат, см	Руховий вік (роки, місяці)
130	7-1
135	7-6
140	8-0
145	8-5
150	9-1
155	9-9
160	10-8
165	11-8

Якщо руховий вік випереджає календарний, то таких дітей називають руховими акселератами, якщо відстає від календарного, – руховими ретардантами.

Придатність норм. Норми складаються для певної групи людей і придатні лише для цієї групи. Наприклад, норми, що розроблені на основі обстеження дітей одного регіону не можна переносити на дітей іншого регіону. Природність норм тільки для тієї сукупності, для якої вони розроблені, називається *релевантністю* норм.

Інша характеристика норм – репрезентативність. Вона відображає їх придатність для оцінки всіх людей із генеральної сукупності (наприклад всіх першокласників м. Києва). Репрезентативними можуть бути лише норми, отримані на типовому матеріалі.

Третя характеристика норм – їх *сучасність*. Результати в змагальних вправах постійно ростуть, тому користуватись нормами, які були розроблені давно, не рекомендується.

Кількісна оцінка якісних показників. *Кваліметрія* – це сукупність статистичних методів, придатних для оцінки вихідних даних, які не можна виразити числом. Ідея кваліметричних методів полягає в тому, що вихідні дані виражаються через певні числа, з якими потім і відбуваються розрахунки. У практиці фізичного виховання і спорту часто виникають ситуації, пов'язані з

роботою подібних даних. Необхідно відмітити, що головний термін теорії ФВС – тренування – є атрибутивним. Багато з педагогічних понять, наприклад «ефективність виконання рухової вправи», «технічно-тактична майстерність спортсмена», «краса подання спортивних вправ» та ін., є атрибутивними поняттями. Існує два принципових підходи до оцінки атрибутивних явищ: застосування кваліметричних методів і анкетування. Завдання дослідника полягає в тому, щоб оперувати загальним об'ємом кваліметричних методів, а в конкретній досліджуваній ситуації вміти застосувати адекватний метод. Так, у фігурному катанні можна оцінити за допомогою кваліметричних методів: якість виконання композиції загалом; техніку виконання та артистизм; якість виконання окремих елементів.

Метод експертних оцінок (expertus – досвідчений). Метод, за допомогою якого вимірюються якісні сторони руху суб'єктивними оцінками фахівців-експертів. Експертною називається оцінка, яка отримана шляхом опитування думок фахівців. Експертиза буває індивідуальна і групова. Існує кілька видів інформації, яка використовується при роботі з експертною групою: експерт висловлює думку у вигляді відповідного числа в запропонованих межах; експерт може проранжувати учасників; експерт може розбити учасників усієї сукупності на окремі підкласи; експерт може попарно порівнювати оцінювані об'єкти.

При підборі експертів ураховуються досвід (професійна підготовка), відсутність суб'єктивізму, психологічна стійкість.

Проведення експертизи включає в себе такі етапи: формування мети експертизи; підбір експертів; вибір методики проведення опитування; обробка отриманої інформації, у тому числі перевірка узгодженості експертних оцінок.

При експертній оцінці рухової діяльності людині бажано мати однорідну групу експертів. Узгодженість розраховується за допомогою коефіцієнта конкордації.

Анкетування відноситься до статистичного методу, який дозволяє виявити думки багатьох людей про досліджуваний об'єкт. Метод називається статистичним, тому що дослідник набирає велику кількість відповідей: чим більше відповідей, тим достовірніше отриманий результат. При опитуванні респонденти заповнюють анкету, за результатами якої і відбувається виявлення їх думок. Анкетною є опитувальний лист, в який вносять відповіді респондента на поставлені питання. Питання в анкеті повинні бути короткими, зрозумілими респонденту і мати чітке уявлення про ціль дослідження. Анкета складається з двох частин: демографічної та основної. Демографічна частина анкети має питання, які характеризують особистість респондента: ім'я, вік, стать, соціальне положення, адресу. Основна частина анкети має питання, відповіді на які дозволяють вирішити основне завдання дослідження.

Характер питань визначає вид анкетування.

Пряме анкетування включає такі питання, які вимагають прямих відповідей від респондента про об'єкт дослідження, наприклад: «Що ви думаєте про метод нашого тренування?», «Чи подобається вам програма наших занять?». Непряме анкетування припускає питання, відповіді на які може

вибрати респондент особисто, наприклад: «Покращить чи погіршить програму введення нових вправ?», «Який, на вашу думку, буде ефект від збільшення об'єму навантаження: позитивний чи негативний?», «Як ви оцінюєте новий комплекс вправ: а) ефективний, б) неефективний або в) мало значущий?».

Безумовне анкетування включає питання, які припускають прямі відповіді без жодних умов, наприклад: «Чи проводили ви тестування своїх підручників?», «Чи працюєте ви за своєю особистою програмою?», «Чи робите ви ранкову зарядку?». Умовне анкетування включає питання, які припускають відповіді респондента за дотриманням певних умов, наприклад: «Чи слід змінити характер занять, якщо тестування покаже суттєві зміни в рівні витривалості?», «Чи слід проводити спортивні змагання на початку навчального року, якщо учні ще не займалися в секціях?».

Відкрите анкетування припускає такі питання, відповіді на які не мають ніяких обмежень, наприклад: «Що ви думаєте про спорт?», «Яка ваша думка про останній футбольний матч?». Закрите анкетування має такі питання, які перелічують можливі відповіді. Респондент повинен підкреслити потрібне питання, наприклад: «Який вид спорту вам подобається найбільше: футбол, плавання, легка атлетика?», «Ви любляєте займатися спортом: індивідуально, у малій групі, у колективі?».

Очне анкетування – спосіб заповнення анкети респондентом у присутності дослідника. У цьому випадку досліджуваний має можливість проконсультуватися щодо запитань заповнення анкети, з'ясувати думку інших респондентів. Заочне анкетування – спосіб заповнення анкети на розсуд респондента. Анкета відправляється поштою.

Індивідуальне анкетування – спосіб роботи респондента, коли анкета заповнюється однією особою. Групове анкетування – спосіб роботи респондентів, коли анкета заповнюється групою осіб.

Персональне анкетування припускає заповнення анкети, коли в її демографічній частині вимагаються паспортні дані респондента. Анонімне анкетування проводиться без запису паспортних даних, що дозволяє респонденту бути повністю щирим у відповідях на будь-які питання.

Після проведення анкетування відбувається підрахунок голосів респондентів, тобто підбивається підсумок анкетування, на базі якого визначається досліджуваний об'єкт.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення таких понять, як «оцінка», «педагогічна оцінка».
2. Які оцінки розрізняють у спортивній метрології?
3. За якою схемою здійснюється оцінювання?
4. Якими способами можна перевести результати тестування в бали (очки)?
5. Дайте визначення «шкала оцінювання».
6. Які шкали використовуються при оцінюванні?
7. Коротко охарактеризуйте такі шкали: пропорційну, регресивну, прогресивну, сигмовидну?

8. Охарактеризуйте стандартні шкали: Z – шкала, T – шкала, перцентильна шкала, шкала ДЦОЛІФКа.

9. У яких випадках використовується шкала вибраних точок і параметричні шкали?

10. Що називається нормою в спортивній метрології?

11. Які існують норми в спортивній метрології?

12. Як встановлюються зіставлені, індивідуальні, необхідні та вікові норми?

13. Що таке кваліметрія?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Основи теорії оцінок».

2. Навести приклади шкал оцінок, які використовують в обраному вами виді спорту.

3. Навести приклади кваліфікаційних норм, які використовують в обраному вами виді спорту.

Тема 10. Метрологічні основи контролю за технічною підготовленістю спортсменів

Технічна підготовленість чи технічна майстерність (ТМ) полягає в оцінці того, що уміє робити спортсмен і як він виконує засвоєні рухи.

Розрізняють 2 методи контролю за ТМ:

- 1) візуальний;
- 2) інструментальний.

Контроль за об'ємом техніки. Об'єм техніки визначається загальним числом дій, які виконує спортсмен на тренувальних заняттях і змаганнях. Контролюють його підраховуючи всі ці дії.

Контроль за різнобічністю техніки. Різнобічність технічної підготовленості спортсмена визначається ступенем різноманітності рухових дій, якими володіє спортсмен.

Тренувальна різнобічність вища змагальної.

Контроль за ефективністю техніки. Ефективність техніки спортивних рухів визначається за ступенем її близькості до індивідуально оптимального варіанту. Передбачається, що ефективна техніка забезпечує досягнення максимально можливого в межах даного руху результату. Відтак, спортивний результат важливий, але не єдиний критерій ефективності техніки. Не менш інформативні і інші критерії, які характеризують абсолютну, порівняльну і реалізаційну ефективність техніки.

Для визначення абсолютної ефективності техніки спочатку реєструють показники техніки досліджуваного руху, а потім зіставляють їх значення з еталонними, вибраними на основі біомеханічних, фізіологічних, психологічних і естетичних критеріїв.

Визначення порівняльної ефективності техніки. Цей метод оцінки ґрунтується на співставленні техніки руху спортсмена з технікою аналогічного руху, виконаного спортсменом високої кваліфікації.

Методи оцінки ефективності техніки, що ґрунтуються на реалізації рухового потенціалу, полягають у зіставленні результату, показаного у змагальній вправі, з тим досягненням, яке спортсмен зміг би показати, якби володів відмінною (ефективною) технікою рухів.

Розрізняють 3 різновиди оцінки ефективності техніки:

1) *інтегральну*, коли оцінюється ефективність техніки вправі у цілому;

2) *диференціальну*, у ході якої визначають ефективність деяких елементів руху;

3) *диференціально-сумарну* оцінку, коли оцінюється ефективність техніки кожного елементу вправи, потім результати підсумовуються і виводиться загальна оцінка.

Контроль за засвоєнням техніки. Вдосконалення техніки рухів проходить поетапно і на кожному етапі необхідно контролювати її засвоєння. Для цього використовують 2 критерії:

1) результат;

2) біомеханічні характеристики вправи.

Виділяють 2 основних напрями в контролі за засвоєнням рухів:

1) оцінку стабільності техніки;

2) оцінку стійкості техніки.

У першому випадку вимірюють техніку рухів, що виконуються в звичних умовах (тренувальні заняття, прикидки). Стабільність результатів і значень основних біомеханічних характеристик вправи буде свідчити про їх засвоєння.

Стійкість техніки визначається, коли рух виконується на змаганнях, в умовах стомлення, при зміні зовнішніх умов.

Питання для самоконтролю

1. Яким чином здійснюється контроль за об'ємом техніки?

2. Чим визначається різнобічність технічної підготовленості спортсмена?

3. Як визначається ефективність техніки спортивних рухів?

4. Яким чином проводиться контроль за засвоєнням техніки рухів?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Метрологічні основи контролю за технічною підготовленістю спортсменів».

2. За особистими даними з обраного виду спорту провести контроль технічної підготовленості: за об'ємом, різнобічністю, ефективністю і засвоєнням техніки.

Тема 11. Метрологічні основи контролю за тактичною підготовленістю спортсменів

Контроль за тактичною підготовленістю. Він полягає в оцінці доцільності дій спортсмена (команди), спрямованих на досягнення успіху у спортивних змаганнях. Сукупність таких дій називають тактичними варіантами. Підбираючи методи контролю тактики, необхідно враховувати:

- 1) структуру змагальної діяльності у різних видах спорту;
- 2) вплив на тактику рівня підготовленості спортсменів, особливостей партнерів і суперників, зовнішніх умов, задач, які необхідно вирішити спортсмену.

Критерії оптимальної тактики:

- 1) досягнення найвищого результату у змаганнях;
- 2) результат може бути не сильно високий, головне - перемогти;
- 3) не тільки увійти в наступний тур змагань, але і зробити це з найменшими витратами енергії.

Контроль тактичної майстерності пропонує оцінку не тільки тактичних дій, але і тактичного мислення.

Контроль за тактичним мисленням.

Тактичні знання – сукупність правил про те, як і якими способами необхідно вести поєдинок із суперниками. Вони перевіряються у ході теоретичного опитування.

Тактичне мислення оцінюється двома способами. У першому випадку, експерти спостерігають за діями спортсмена під час змагань, оцінюють правильність (тактичну доцільність) рішень, які приймає спортсмен. Основні критерії: оригінальність і непередбачуваність тактичних дій, що використовуються спортсменом, тактичні взаємодії із партнерами, розуміння їх замислів, ефективність вирішення тактичних задач.

У другому випадку, використовуються інформативно-тренажерні пристрої, у яких тактична ситуація, що оцінюється, відтворюється перед спортсменом на екрані відеомонітора. Оцінюється точність і швидкість вирішення тактичного завдання.

Контроль за тактичними діями.

Контроль об'єму тактики полягає у реєстрації числа тактичних ходів і варіантів, які використовують на змаганнях (тренувальних заняттях) спортсмен, група спортсменів чи команда.

Різноманітність тактики характеризується тим, наскільки різноманітні ці ходи.

Ефективність тактики характеризується тим, наскільки використаний у змаганнях тактичний хід (варіант) сприяв вирішенню поставленого завдання.

Контроль і оцінка тактичних дій повинні проводитись з урахуванням умов змагань (профілю трас, доріжки басейна тощо).

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає контроль за тактичною підготовленістю?
2. Назвіть критерії оптимальної тактики.
3. Що таке тактичні знання та тактичне мислення?
4. Як існують способи оцінки тактичного мислення?
5. Чим характеризується різнобічність тактики?
6. Чим характеризується ефективність тактики?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Метрологічні основи контролю за тактичною підготовленістю спортсменів».
2. За особистими даними з обраного виду спорту провести контроль за тактичною підготовленістю.

Тема 12. Метод середніх величин

Статистика являє собою галузь знань, яка досліджує сукупності масових однорідних явищ. Об'єкт дослідження статистики – масові однорідні явища. Предметом дослідження статистики є оцінка статистичних сукупностей, де застосовують спеціальні математико-статистичні методи, які мають певну мету при обробці результатів, а саме: вимірювання масових статистичних сукупностей замінюються такими показниками, від застосування яких не відбувається або майже не відбувається втрата вихідної інформації. Таким чином, великі сукупності чисел замінюються декількома параметрами, що несуть у собі всю вихідну інформацію. Стиснення інформації дозволяє проаналізувати досліджуване явище і дати йому адекватну оцінку, що неможливо здійснити при розгляді всієї статистичної сукупності. Крім того, виявлення параметрів сукупності в ряді випадків дозволяє встановити природну закономірність в оцінці вихідних даних як у частині її конкретного аналізу, так і при її порівнянні з іншими сукупностями.

Значна частина наукових методів у практиці спортивних досліджень опирається на результати вимірювань великих груп спортсменів. Спортивна статистика – це наука про масові однорідні явища в практиці фізичної культури та спорту.

На сьогодні під терміном «статистичні дані» розуміють усі зібрані відомості, які в подальшому піддаються статистичній обробці. Загальну властивість, яка притаманна кільком статистичним даним, називають статистичною ознакою. Наприклад, зріст гравців команди, результат бігу на 100 м, приналежність до виду спорту, частота серцевих скорочень та ін. Статистичною сукупністю називають кілька статистичних даних, об'єднаних у групу хоча б за однією статистичною ознакою. Наприклад, 7,50, 7,30, 7,21, 7,77 – результати стрибка в довжину в метрах в одного спортсмена; 10, 12, 15, 11, 11

– результати підтягування на перекладині п'яти студентів та ін. Число даних у статистичній сукупності називають її обсягом і позначають n .

Представлення статистичних даних. На практиці використовують багато різних видів представлення статистичних даних. Найбільш часто вживають: текстовий вигляд; табличний вигляд; варіаційний ряд; графічний вигляд.

Найпопулярнішим методом статистики в практиці фізичної культури і спорту є метод середніх величин, який складається з трьох основних етапів: утворення варіаційних рядів на базі вихідної статистичної сукупності; визначення параметрів варіаційних рядів, які характеризують сукупність; практичну реалізацію знайдених параметрів.

Сучасні спортивні дослідження містять великі масиви вимірів. Такі обсяги чисел важко аналізувати. Спеціальні статистичні операції дають можливість сконцентрувати початковий кількісний матеріал, і при цьому не втрачається корисна інформація. З погляду математичної процедури, така робота зводиться до формування деяких математичних систем, основні характеристики яких дають уяву про початковий масив чисел.

Найпопулярнішим методом у практиці фізичної культури і спорту, що дозволяє зробити такі операції, є метод середніх величин. Початкова кількісна інформація при ранжируванні переходить у варіаційний ряд. Характеристики варіаційного ряду дають уявлення про початковий масив чисел. Концентрація початкового кількісного матеріалу і представлення його декількома параметрами є основою для подальших досліджень, тому що потім робота проводиться не з усім масивом чисел, а тільки з характеристиками варіаційного ряду.

Робота над методом середніх величин передбачає *три основних етапи*:

1. Утворення варіаційного ряду.
2. Знаходження основних характеристик варіаційного ряду:
 - 1 обсяг вибірки (N);
 - 2 середнє арифметичне значення (\bar{X});
 - 3 медіана (MeX);
 - 4 мода (MoX);
 - 5 дисперсія (σ^2);
 - 6 середнє квадратичне відхилення (σ);
 - 7 помилка середнього арифметичного значення (m);
 - 8 коефіцієнт варіації (V);

3. Практична реалізація отриманих характеристик.

Метод середніх величин дає можливість визначити середнє значення, припустимі границі досліджуваної вибірки і визначити правильність добору досліджуваної групи, її однорідність і однотипність. Тільки правильно підібрана група, однорідна й однотипна може брати участь у подальших дослідженнях. Якщо група правильно підібрана, то результати дослідження можуть бути використані при подальшій оцінці й аналізі методики тренування,

ефективності навчально-виховного процесу і т.п. Прикінцевий результат дослідження можна буде вважати результатом проведення навчально-виховної або навчально-тренувальної роботи, а не наслідком закономірної зміни фізичного розвитку, або фізичної підготовленості.

Для того, щоб скласти варіаційний ряд, необхідно виконати ранжирування варіант.

Ранжування – операція розташування варіант у порядку зростання або зменшення.

Числа, що входять до складу ранжируваного ряду називаються варіантами, **варіанта** (X_i) – значення ознаки, що спостерігається.

Кожна варіанта в ранжируваному ряду зустрічається визначену кількість разів – **частота варіанти** (n_i).

Частота варіанти – кількість варіант у ранжируваному ряду.

При відомій частоті варіанти та обсязі вибірки, можна за допомогою формули, розрахувати відсоток кількості повторень варіанти в ранжируваному ряду – відносну частоту або **частість** (V)

$$V = (n_i/N) \times 100\%,$$

де n_i – частота варіанти;

N – обсяг вибірки.

Вибірка (вибіркова сукупність) – ряд результатів, поданих випадковими числами.

Генеральна сукупність – сукупність усіх значень, які можна було б отримати для досліджуваної вибірки.

Якщо дослідження охоплена вся генеральна сукупність, то таке дослідження називається суцільним. Такі дослідження мають місце дуже рідко.

Наприклад, якщо комусь вдалося обстежити всіх найсильніших спортсменів світу в якомусь виді спорту, тобто провести суцільне дослідження (тому, що інших найсильніших спортсменів світу в досліджуваному виді спорту на момент обстеження не було), виходить, що обстежено всю генеральну сукупність. Усі подальші дослідження будуть вважатися вибірковими (наприклад, дослідження на рівні України).

Наприклад, довжина тіла студентів одного вишу факультету фізичного виховання (якщо нас цікавлять результати студентів щодо показника, який підлягає дослідженню, тільки одного вузу факультету фізичного виховання) – вибіркова сукупність. А довжина тіла студентів усіх вишів факультетів фізичного виховання України – генеральна сукупність.

Обсяг вибірки (N) – одна з основних характеристик варіаційного ряду, що визначається числом об'єктів спостереження або загальної кількості варіант у ранжируваному ряду, що спостерігається.

Варіаційний ряд – ранжируваний ряд з позначкою частоти або відносної частоти.

Накопичена частота (K) – визначається додаванням попередніх частот.

Накопичена частота першої варіанти в ранжируваному ряду дорівнює її ж частоті, а останньої варіанти – загальній кількості варіант досліджуваного ранжируваного ряду, тобто обсягу вибірки N

Медіана (MeX) – основна характеристика варіаційного ряду. Вона визначається як середня варіанта, що розподіляє ранжируваний ряд навпіл.

Залежно від парності або непарності обсягу вибірки медіана розраховується за формулами:

якщо обсяг вибірки непарний:

$$MeX = X_{((N+1)/2)};$$

якщо обсяг вибірки парний:

$$MeX = \frac{1}{2} (X_{(N/2)} + X_{((N/2)+1)})$$

Мода (MoX) – основна характеристика варіаційного ряду, вона визначається як варіанта з найбільшою частотою.

Якщо дві варіанти ранжируваного ряду мають однакову найбільшу частоту і розташовуються поруч, то мода – середнє арифметичне значення цих двох варіант; якщо розташовані в різних місцях ранжируваного ряду, то існують дві моди, і вибірка називається бімодальною; якщо всі варіанти зустрічаються однаково кількість разів – моди не існує.

Середнє арифметичне значення (\bar{X}) – основна характеристика варіаційного ряду, що визначається як середній результат досліджуваної вибірки.

Середнє арифметичне значення розраховується за формулою:

$$\bar{X} = \frac{(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)}{N}$$

Якщо всі варіанти не повторюються, тобто зустрічаються один раз ($n=1$) – середнє арифметичне значення, називається незваженим.

X_1, X_2, \dots, X_n – варіанти ранжируваного ряду

X_n – остання варіанта досліджуваного ранжируваного ряду.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^j X_i \times n_i}{N}$$

Зважене середнє арифметичне значення, якщо не всі $n=1$;

– Σ знак підсумовування, i – індекс, j – кількість варіант у варіаційному ряді.

Графіки:

- а) залежність варіанти від її частоти;
- б) полігон розподілу;
- в) гістограма;
- г) кумулята.

Графік залежності варіанти від частоти дає уявлення про нормальний закон розподілу.

Нормальний закон розподілу - закон, при якому переважну більшість варіантів зосереджено в центрі, а по мірі віддалення від центру, кількість їх поступово зменшується, зберігаючи абсолютну симетрію лівого і правого крила нормальної кривої.

Якщо результати вимірів за своїми характеристиками можуть бути віднесені до нормального розподілу, то вибір статистичного методу для аналізу результатів визначений. Це дуже важливо, оскільки для дослідження зменшується ступінь ризику використання неправильного статистичного методу аналізу.

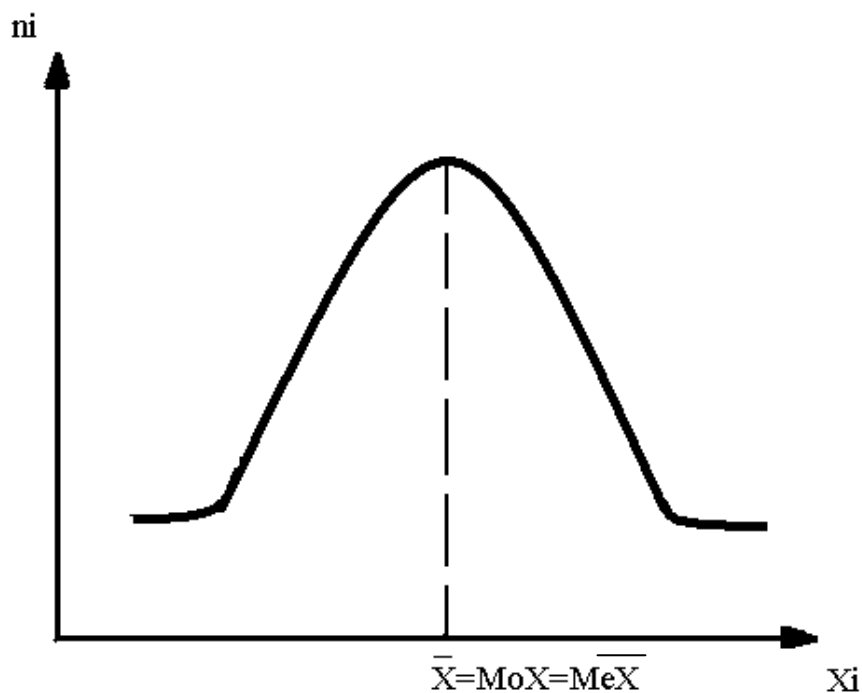


Рисунок 5.1 – Нормальний розподіл

На графіка залежності варіанти від частоти: якщо медіана, мода і середнє арифметичне значення знаходяться в одній точці, то вибірка має нормальний розподіл варіант (рис. 5.1); якщо на графіка медіана і мода розташовуються зліва від середнього арифметичного значення, то це лівостороння асиметрія (рис 5.2); якщо справа – правостороння асиметрія (рис 5.3).

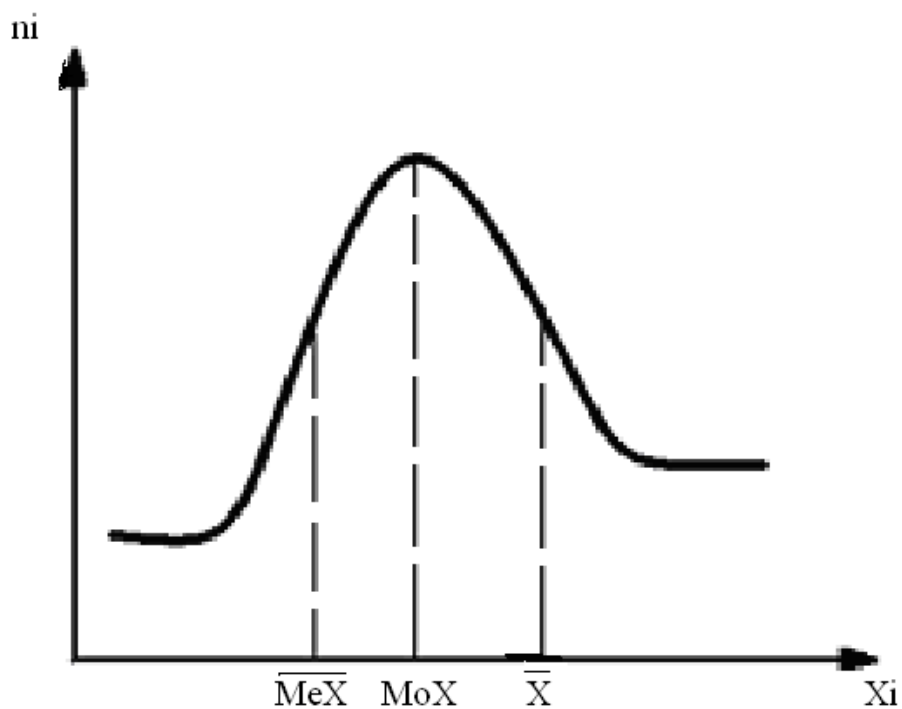


Рисунок 5.2 – Лівостороння асиметрія

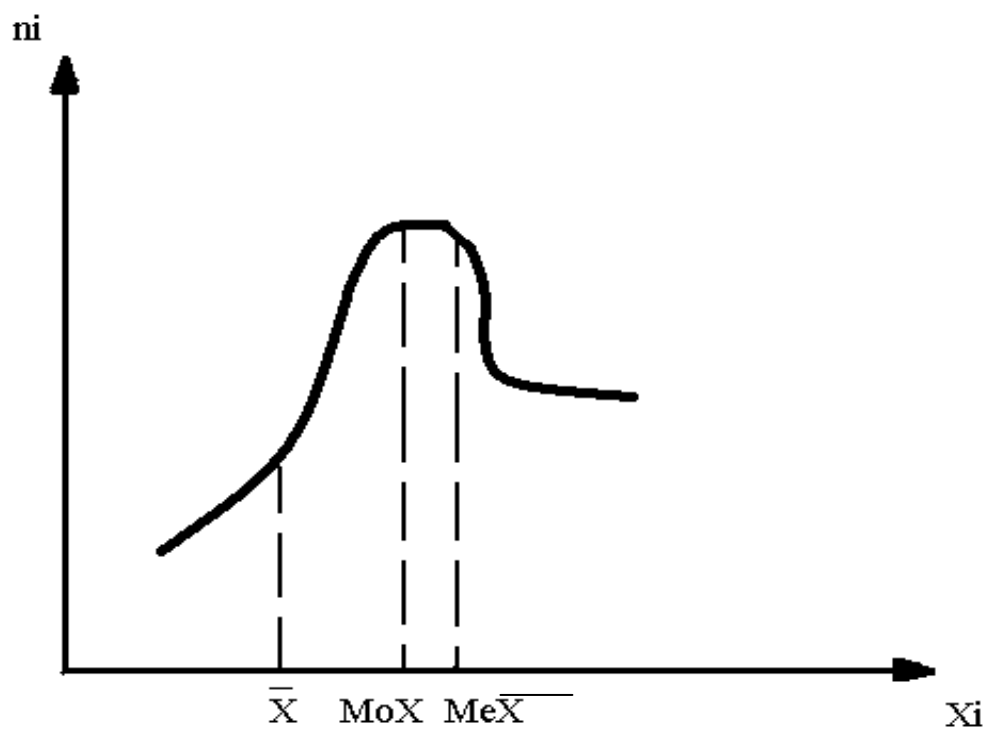


Рисунок 5.3 – Правостороння асиметрія

На основі порівняння медіани, моди, середнього арифметичного значення і побудови графіка залежності варіанти від частоти можливо зробити висновок про **правильний добір досліджуваної групи:**

1. Якщо значення медіани, моди і середнього арифметичного значення збігаються, або незначно відрізняються, і графік залежності варіанти від частоти має форму купола, що дозволяє говорити про нормальний закон розподілу, то досліджувану групу можна вважати правильно підбраною відповідно віку, статі, фізичній підготовленості (для осіб, які не займаються спортом), або віку, статі, спеціалізації, кваліфікації (для спортсменів). Така група може брати участь у подальших дослідженнях. Результати дослідження, які були отримані при правильному доборі групи, можна буде використовувати в подальшій роботі.

2. Якщо значення медіани, моди і середнього арифметичного значення відрізняються, а графік залежності варіанти від частоти не має форму купола, і має місце лівостороння, або правостороння асиметрія (розподіл варіант не відповідає нормальному закону), то група підбрана неправильно, і не може брати участь у подальших дослідженнях. Потрібно переглянути склад групи.

Для побудови трьох останніх графіків, вибірку (всі варіанти ранжируваного ряду) розбивають на інтервали, які можна визначити на підставі кроку інтервалу / h /, що обчислюється за формулою:

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K}$$

, де: X_{\max} - максимальний результат вимірів у вибірці;
 X_{\min} - мінімальний результат у вибірці;
 K - число інтервалів.

Число інтервалів визначається за таблицею і залежить від обсягу вибірки.

Число інтервалів, що рекомендується, для вибірки різного обсягу

Обсяг вибірки / N /	10-20	30-50	60-90	100-200	300-400
Число інтервалів / K /	4	5-6	7	8	9

Перший інтервал визначається за допомогою додатка до першої варіанти ранжируваного ряду кроку інтервалу. І тоді початковою границею першого інтервалу буде перша варіанта ранжируваного ряду, а кінцевою - значення, отримане в результаті підсумовування першої варіанти й кроку інтервалу. Подальші інтервали визначаються шляхом додатку кроку інтервалу до кінцевої границі інтервалу. Інтервали визначаються доти, поки остання варіанта ранжируваного ряду не ввійде в інтервал.

Частота інтервалу залежить від кількості варіант які входять у даний інтервал. Накопичена частота інтервалів визначається аналогічно як і у звичайному ранжируваному ряді.

За визначеними інтервалами, частоті й накопиченій частоті будуюмо графіки у прямокутній системі координат:

1) Полігон розподілу - по абсцисі - середина інтервалу, по ординаті - частоти.

2) Гістограма - по абсцисі - інтервали, по ординаті - частоти.

3) Кумулята - по абсцисі - інтервали, по ординаті - накопичена частота.

Однорідність і однотипність групи визначається за **коефіцієнтом варіації**(V), який розраховується за формулою:

$$V = (\sigma / \bar{X}) \times 100\%,$$

де σ - середнє квадратичне відхилення;

\bar{X} - середнє арифметичне значення.

Оцінка однорідності й однотипності проводиться за **коефіцієнтом варіації**:

- якщо $V \leq 10\%$, то коливання результатів дослідження невелике, групу можна вважати однорідною й однотипною за своїм складом, вона може брати участь у подальших дослідженнях;
- якщо V приймає значення від 10 до 20% - середнє коливання результатів дослідження. Групу не можна вважати однорідною і однотипною, але склад такої групи можливо переглянути;
- якщо $V > 20\%$ - коливання результатів велике і така група не однорідна і не однотипна, і не може брати участь у подальших дослідженнях.

Середнє квадратичне відхилення(σ)- основна характеристика варіаційного ряду, яка показує відхилення від середнього арифметичного значення. Чим менше значення σ , тим група більш однорідна й однотипна. За σ можна визначити перевагу тієї або іншої методики тренування, розвитку фізичної якості, або підготовленості. За допомогою середнього квадратичного відхилення можна записати припустимі границі для досліджуваної вибірки ($\bar{X} \pm \sigma$).

Розраховується середнє квадратичне відхилення за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

де σ^2 - дисперсія.

Дисперсія(σ^2) показує розсіювання результатів і визначається за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^j (X_i - \bar{X})^2 n_i}{N - 1}$$

де X_i – варіанта, \bar{X} – середнє арифметичне значення, n_i – частота варіанти, N – обсяг вибірки.

Помилка середнього арифметичного значення (m) або випадкова помилка вимірів виникає з причин, які можна проектувати, але не можливо заздалегідь передбачити (погодні умови; напруга в мережі, від якої працює прилад).

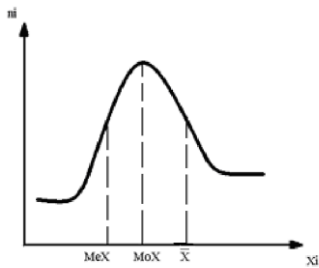
Залежно від обсягу вибірки помилка середнього арифметичного значення може бути розрахована за формулою:

$m = \sigma / \sqrt{N}$, якщо $N > 20$; або $m = \sigma / \sqrt{N-1}$, якщо $N \leq 20$,
де N – обсяг вибірки.

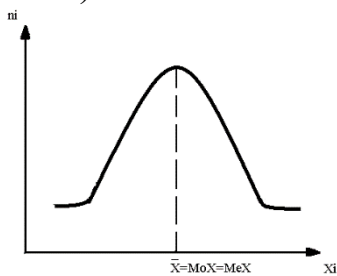
Питання для самоконтролю

1. Яким символом позначається обсяг вибірки?
2. Як позначається варіанта?
3. Що називається ранжируванням?
4. Що називається частотою варіанти?
5. Що називається варіаційним рядом?
6. Як визначається середнє арифметичне?
7. Що характеризує медіана?
8. Що характеризує мода?
9. Який рисунок відповідає нормальному закону розподілу?

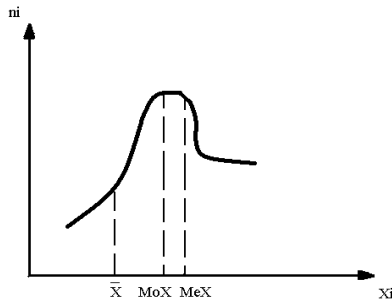
А)



Б)



В)



10. Назвіть характеристики які відображають варіацію показників.
11. Що показує середнє квадратичне відхилення?
12. За якою формулою визначається середнє квадратичне відхилення?
13. Що показує дисперсія?
14. За якою формулою визначається дисперсія?
15. За яким коефіцієнтом визначається однорідність і однотипність групи?
16. За якою формулою визначається коефіцієнт варіації?
17. Скількома відсоткам повинен дорівнювати коефіцієнт варіації у разі однорідності та однотипності групи?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Метод середніх величин».
2. Провести дослідження зі свого виду спорту та отримати вибірку числових результатів (не менше 20 значень у вибірці).
3. Побудувати варіаційний ряд і розрахувати основні характеристики варіаційного ряду.
4. За отриманими даними провести порівняння медіани, моди, середнього арифметичного значення, побудувати графік залежності варіанти від частоти, проаналізувати значення коефіцієнта варіації та зробити висновок про правильність добору досліджуваної групи, її однорідність і однотипність.

Тема 13. Метод кореляційного аналізу

У спортивних дослідженнях між показниками, що підлягають дослідженню, часто спостерігається взаємозв'язок. Його вид може бути різним. Розрізняють два види взаємозв'язку: функціональний і статистичний.

Функціональний взаємозв'язок - це залежність, при якій кожному значенню одного показника відповідає строго визначене значення іншого і ні якої варіації бути не може.

До другого виду взаємозв'язку належить, наприклад, залежність маси тіла від довжини тіла. Одному значенню довжини тіла може відповідати декілька значень маси тіла і навпаки. У таких випадках, коли одному значенню одного показника відповідає декілька значень іншого показника, взаємозв'язок називається **статистичним**.

Вивченню статистичного взаємозв'язку між різними показниками у спортивних дослідженнях приділяють велику увагу, тому що це дозволяє розкрити деякі закономірності і надалі описати їх, як за допомогою слів, так і математичних знаків та формул, з метою застосування в практичній роботі тренера і педагога.

Серед статистичних взаємозв'язків найбільш важливі – кореляційні (від латинського *Correlatio* – співвідношення, відповідність).

Кореляція – вид взаємозв'язку між ознаками. Кожна ознака являє собою велику кількість однотипних показників, що варіюють.

Кореляція полягає в тому, що середня величина одного показника змінюється залежно від середньої величини іншого.

Статистичний метод, що застосовується для дослідження взаємозв'язків, називається **кореляційним аналізом**. **Головне завдання кореляційного аналізу** – визначення форми, щільності, спрямованості досліджуваних показників. Він широко застосовується в теорії тестів для оцінки їхньої надійності й інформативності.

За допомогою кореляційного аналізу можна оцінити:

1. Взаємозв'язок між спортивними результатами і функціональними показниками (результат у бігу на 100 м і кількість лактату в крові);
2. Вплив спортивної діяльності на результат (результат човникового бігу 3×100 м і результат бігу на 100 м);
3. Взаємний вплив показників тренуваності (результат проходження 10×200 м і результат проходження середньої дистанції, у плаванні);
4. Надійність тесту (погодженість, стабільність);
 - 4.1 Погодженість – оцінка виступу гімнасток двома суддями;
 - 4.2 Стабільність – порівняння результатів тесту (кількість точних кидків із десятиох запропонованих у баскетболі) і ретесту – той же тест, але через рік;
5. Інформативність тесту (залежність між кількістю гребків за 30 секунд і часом проходження дистанції 100 м у плаванні).

Аналіз взаємозв'язку починається із графічного представлення результатів вимірів у прямокутній системі координат. Графічна залежність має назву **діаграма розсіювання** або **кореляційне поле**. Візуальний аналіз кореляційного поля дозволяє виявити спрямованість і форму залежності (принаймні, зробити припущення).

За кореляційним полем можна **визначити спрямованість**:

- а) пряма позитивна кореляційна статистична залежність (нахил кореляційного поля вправо): зі зростанням (зменшенням) першої ознаки (X_i) інший (Y_i) також зростає (зменшується) (рис.13.1).

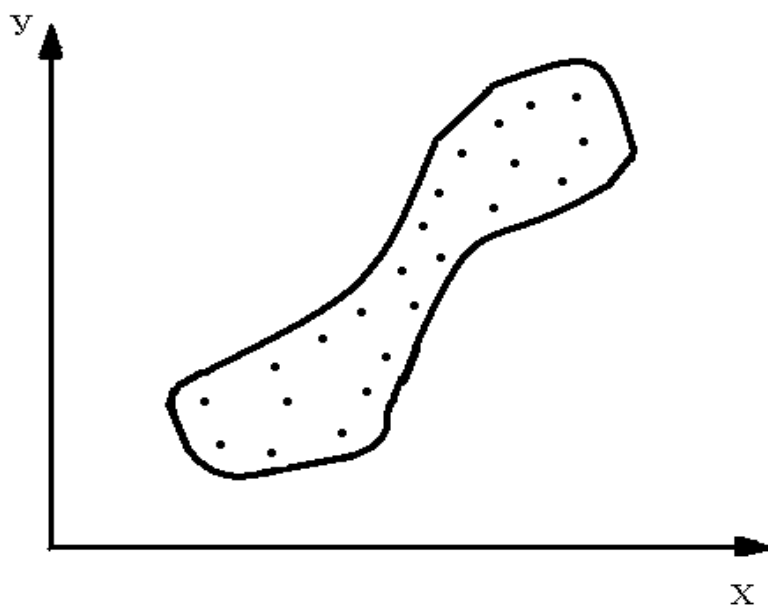


Рисунок 13.1 - Пряма позитивна кореляційна статистична залежність

б) обернено-негативна кореляційна статистична залежність (нахил кореляційного поля вліво): зі зростанням першої ознаки (X_i) інший (Y_i) зменшується і навпаки, зі зменшенням першої ознаки (X_i) інший (Y_i) зростає

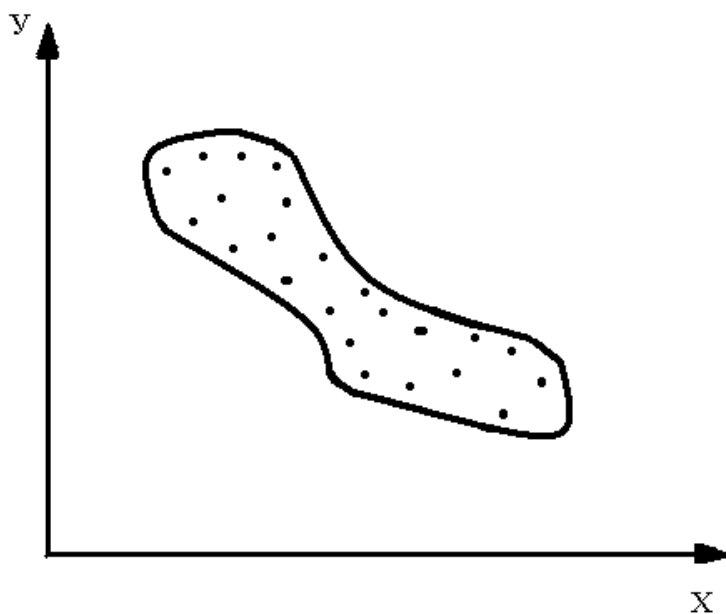


Рисунок 13.2 - Обернено-негативна кореляційна статистична залежність

Якщо кореляційне поле подане колом, то залежність відсутня(рис.13.3).

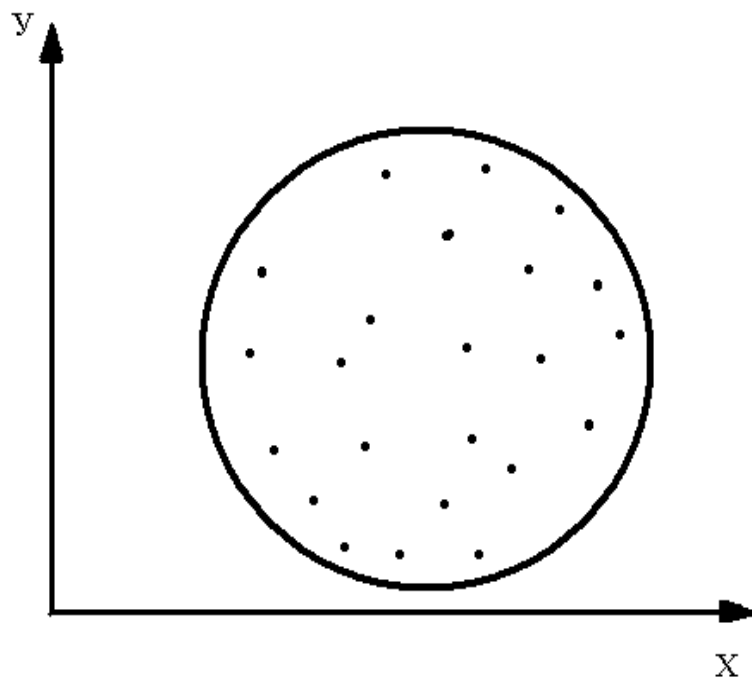


Рисунок 13.3 – Коло – залежність відсутня

Якщо кореляційне поле подане прямою лінією, то має місце функціональна залежність(рис.13.4)

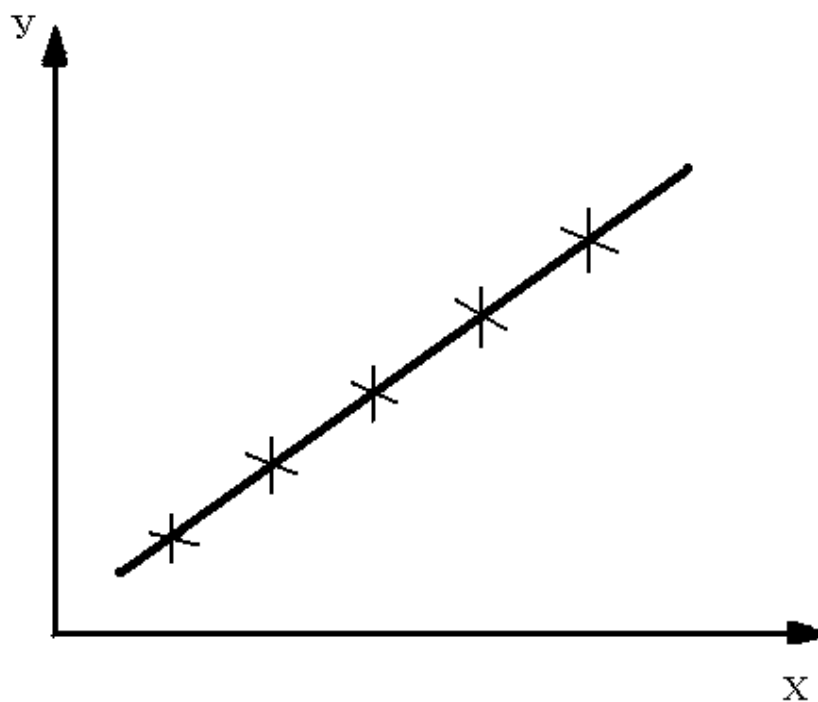


Рисунок 13.4 - Пряма лінія – функціональна залежність

Форми статистичної залежності:

1. Лінійна форма залежності – форма є близькою до звичайної геометричної фігури – еліпсу (рис.13.5).

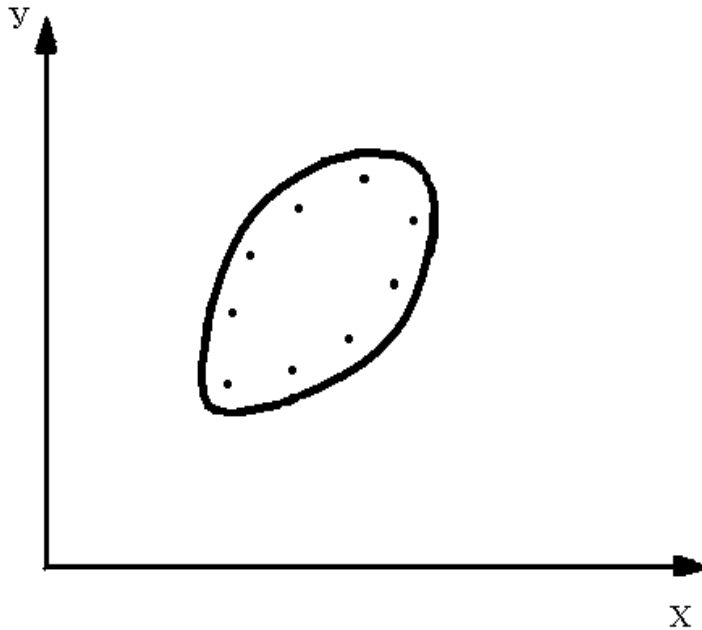


Рисунок 13.5 – Еліпс

2. Нелінійна форма залежності – будь-яка інша форма, крім еліпса (рис.13.6).

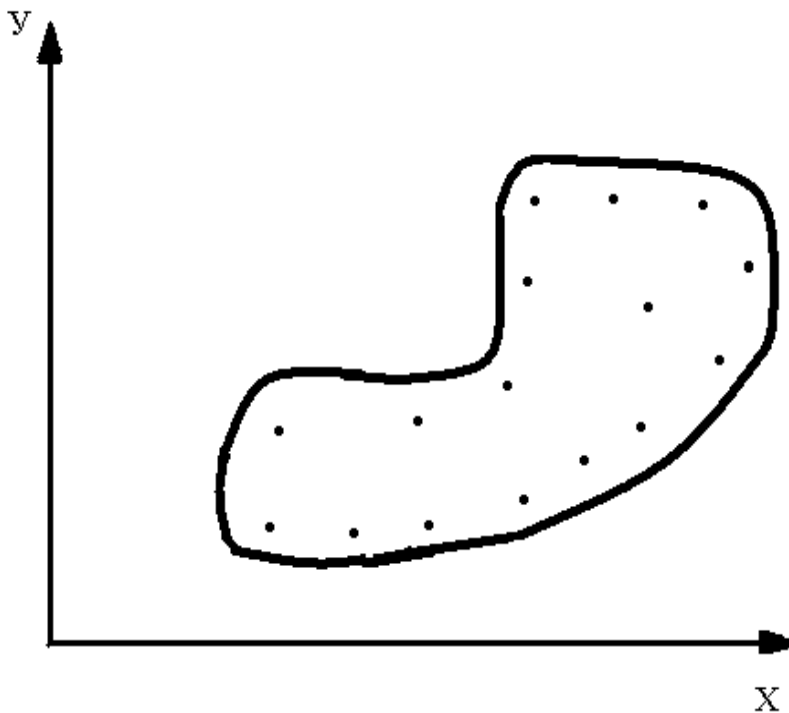


Рисунок 13.6 – Будь-яка інша форма

Отже, візуальний аналіз кореляційного поля дозволяє виявити форму статистичної залежності – лінійну або нелінійну. Це має істотне значення для наступного кроку в аналізі – вибору й обчисленні відповідного коефіцієнта кореляції.

Для більш точної оцінки кореляції, що визначається за формулою, потрібно знати форму залежності:

1. Якщо виміри проводяться за шкалою відношень або інтервалів, і форма залежності лінійна, то коефіцієнт кореляції розраховується за формулою Браве-Пірсона (Γ_{xy}) :

$$\Gamma_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N \times \sigma_x \times \sigma_y} ,$$

де

X_i й Y_i – варіанти 2-х вибірок;

\bar{X} і \bar{Y} – середнє арифметичне значення показників X_i й Y_i ;

σ_x , σ_y – середнє квадратичне відхилення;

N – число вимірів (випробуваних).

2. Якщо виміри проводяться за шкалою відношень або інтервалів, і форма залежності нелінійна, коефіцієнт кореляції (Γ) розраховується за формулою:

$$\Gamma_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Для оцінки щільності взаємозв'язку у кореляційному аналізі застосовується значення спеціального показника – коефіцієнта кореляції (Γ_{xy}).

Абсолютне значення коефіцієнта кореляції знаходиться в межах від 0 до 1 – пряма позитивна кореляційна статистична залежність і від -1 до 0 – обернена негативна кореляційна статистична залежність:

$$-1 \leq \Gamma_{xy} \leq 1$$

Пояснюють значення цього коефіцієнта в такий спосіб:

а) $\Gamma_{xy} = 1$ зв'язок між ознаками дуже щільний (функціональний взаємозв'язок);

б) $\Gamma_{xy} = 0$ зв'язок між ознаками X_i й Y_i відсутній;

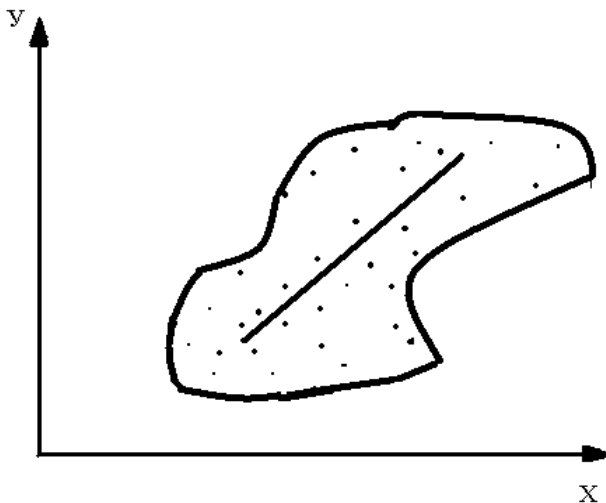
в) чим ближче значення r_{xy} до нуля, тим зв'язок слабкіше, чим ближче значення r_{xy} до одиниці – тим щільніше.

Прийнято вважати, що

- $r_{xy} = 0,2 \dots 0,49$ – слабкий зв'язок;
- $r_{xy} = 0,5 \dots 0,69$ – середній зв'язок;
- $r_{xy} = 0,7 \dots 0,99$ – тісний (сильний) зв'язок.

На кореляційному полі щільність може виглядати так:

а) якщо точки групуються вздовж якої-небудь лінії, то зв'язок є, і він тим щільніше, чим ближче вони групуються (рис.13.7).



$r_{xy} = 0,89$ – сильна кореляційна статистична залежність

Рисунок 13.7 - Тісний (сильний) зв'язок

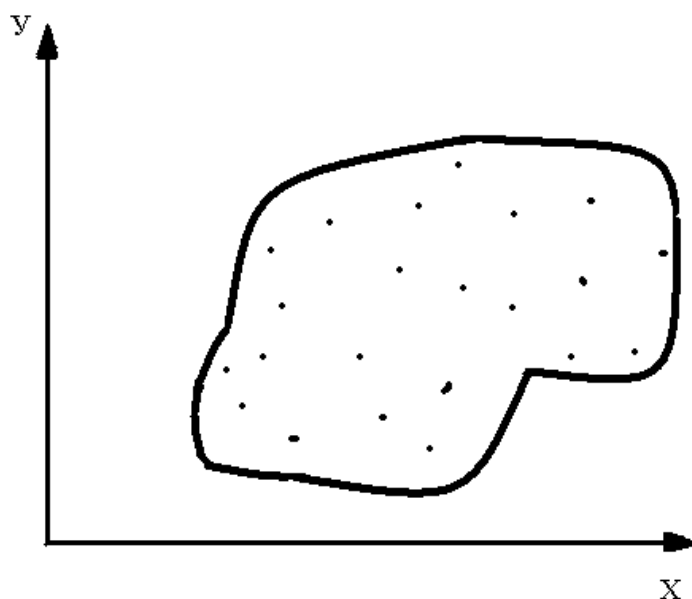
б) якщо точки розсіяні хаотично, зв'язок між ознаками відсутній або дуже слабкий (рис.13.8).

Проте, варто пам'ятати, що при роботі з великою точністю, наприклад, при оцінці кореляцій спортсменів високої кваліфікації, коефіцієнт кореляції відображає щільний зв'язок, якщо він не менше 0,9.

У деяких випадках щільність взаємозв'язку визначають на підставі коефіцієнта детермінації (D), що розраховують за формулою:

$$D = r^2 \times 100 \%$$

Цей коефіцієнт визначає частину загальної варіації одного показника, що пояснюється варіацією іншого показника. Залишок відсотків варіації від ста пояснюється впливом інших чинників.



$r_{xy} = 0,09$ – дуже слабка кореляційна статистична залежність

Рисунок 13.8 - Слабкий зв'язок

Питання для самоконтролю

1. Що таке функціональний взаємозв'язок між показниками?
1. Що таке статистичний взаємозв'язок між показниками?
2. У чому полягає зміст кореляції?
3. Яке головне завдання кореляційного аналізу?
4. Як називається графічне відображення взаємозв'язку показників?
5. Що дозволяє виявити візуальний аналіз кореляційного поля?
6. Яку розрізняють форму залежності?
7. Яка існує спрямованість залежності між показниками?
8. Коли кореляційне поле представлено прямою лінією, то який вид залежності має місце?
9. За якою формулою розраховується коефіцієнт кореляції?
10. Як розраховують і на що вказує коефіцієнт детермінації (D)?
11. Яку розрізняють щільність взаємозв'язку між показниками?
12. У яких межах знаходиться значення коефіцієнта кореляції?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Метод кореляційного аналізу».
2. Провести дослідження зі свого виду спорту та отримати дві вибірки числових результатів (не менше 20 значень у кожній вибірці).
3. Розрахувати коефіцієнт кореляції та за отриманими даними зробити висновок про наявність, напрямок і щільність взаємозв'язку між показниками.

Тема 14. Вибірковий метод

Традиційні завдання фізичної культури і спорту склалися таким чином, що в їх основі лежать ідеї вибіркового методу. Основний зміст методу зводиться до того, що дослідженню підлягає генеральна сукупність не в повному складі, а своєю репрезентативною частиною - вибірковою сукупністю. Передбачається, що вибірка з належною вірогідністю відображає генеральну сукупність тільки у тому випадку, якщо її елементи обрані з генеральної нетенденційно.

Що стосується обсягу вибірки, то відповідно до основних положень математичної статистики, вибірка тим більш репрезентативна, чим вона повніше. У кожному конкретному випадку кількість об'єктів, що відбираються у вибірку, призначається індивідуально.

Основним завданням вибіркового методу є пошук двох показників – середнього арифметичного значення (\bar{X}) генеральної сукупності і середнього квадратичного відхилення (σ) генеральної сукупності.

У практиці спорту прийнято обирати надійність $P = 0,95$ і відповідний до неї рівень значущості $\alpha = 0,05$, які відображають основну групу досліджуваних завдань. У виняткових випадках при необхідності різко збільшити надійність розрахунків приймається $P = 0,99$ і $\alpha = 0,01$.

Велику групу завдань вибіркового методу класифікують як групу порівняльних завдань. Порівнюються дві, або більше вибіркові сукупності. При порівнянні встановлюється, належать ці вибірки до однієї і тієї ж генеральної сукупності, чи до різних. Це має значення при визначенні вірогідності різниць між двома вибірковими середніми арифметичними.

Отже, при роботі вибірковим методом у практиці фізичної культури і спорту можна знайти основні середньостатистичні показники великої групи випробуваних за допомогою вивчення малого числа їхніх представників. А також можна виявити, чи принципова різниця між кількома однотипними групами об'єктів.

За допомогою вибіркового методу математичної статистики можна **оцінити:**

1. Ефективність навчально-тренувального або навчально-виховного процесу.
2. Рівень підготовленості спортсмена або групи спортсменів.
3. Перевагу або ідентичність методики навчання рухових умінь і навичок, розвитку фізичних якостей.
4. Необхідність введення нового педагогічного чинника в навчально-виховний або навчально-тренувальний процес.

Вибірковий метод дозволяє **порівнювати:**

1. Показники спортсмена або групи спортсменів однієї спеціалізації і кваліфікації до і після серії тренувальних занять для виявлення зрушень у цих показниках.

2. Показники фізичного розвитку, фізичної підготовленості, фізичної працездатності основних систем організму у спортсменів і осіб, що не займаються спортом.

3. Показники спортсменів, які тренуються в різних умовах або за різними методиками.

Для визначення вірогідності різниці між вибірковими середніми арифметичними необхідно обробити числа обох груп, які порівнюються, способом варіаційних рядів, тобто визначити в обох групах \bar{X} – середнє арифметичне значення, σ – середнє квадратичне відхилення і m – помилку середнього арифметичного значення.

Критерієм визначення вірогідності різниць є величина, обумовлена за формулою залежно від того, які вибірки порівнюються в процесі дослідження - пов'язані або непов'язані.

Критерій вірогідності різниць (критерій Стюдента – t) порівнюється із граничним (табличним) значенням $t_{гр}$, індекс визначається за спеціальною таблицею Стюдента для конкретної надійності і обсягу вибірки. Для визначення $t_{гр}$ за таблицею необхідно знати K (число ступенів свободи), що розраховується за формулою:

* у випадку, якщо дорівнюються обсяги вибірок а не дорівнюються середні квадратичні відхилення $N_1 = N_2$, $\sigma_1 \neq \sigma_2$, то

$$K = 2 \times N - 2$$

* у випадку, якщо не дорівнюються обсяги вибірок або дорівнюються середні квадратичні відхилення $N_1 \neq N_2$, $\sigma_1 = \sigma_2$, то

$$K = N_1 + N_2 - 2$$

При порівнянні двох вибірових середніх арифметичних, звичайно, перевіряється припущення, що і перша, і друга вибірки належать до однієї генеральної сукупності, і, отже, значною мірою не відрізняються одна від одної (порівнюються за одним показником два спортсмени, дві групи). У такому випадку бувають відомі такі статистичні характеристики: \bar{X} , \bar{Y} , σ_x , σ_y і обсяги вибірок N_1 і N_2 .

Для відповіді на питання щодо вірогідності і не вірогідності різниць вибірок, які підлягають дослідженню, необхідно порівняти t розрахункове, і постійне граничне ($t_{гр}$).

Вибір формули для визначення критерію вірогідності (t) для непов'язаних вибірок залежить від однакових і неоднакових обсягів вибірок (N) і середніх квадратичних відхилень (σ):

1. У випадку однакових обсягів вибірок і неоднакових дисперсій:

$$N_x = N_y; \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$$

$$t = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}} \times \sqrt{N}, \text{ де}$$

\bar{X}, \bar{Y} – середнє арифметичне значення першої і другої вибірки;

σ^2_x, σ^2_y – дисперсія першої і другої вибірки;

N – обсяг вибірки

Число ступенів свободи для визначення $t_{гр}$, розраховується за формулою:

$$K = 2 \times N - 2$$

2. У випадку нерівних обсягів вибірок і нерівних дисперсій:

$$N_x \neq N_y; \sigma^2_x \neq \sigma^2_y$$

$$t = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{\sqrt{\frac{\sigma^2_x}{N_x} + \frac{\sigma^2_y}{N_y}}}$$

Число ступенів свободи розраховується за формулою:

$$K = N_x + N_y - 2$$

3. У випадку нерівних обсягів вибірки і рівних дисперсій:

$$N_x \neq N_y; \sigma^2_x = \sigma^2_y$$

$$t = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{\sigma \times \sqrt{\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y}}}$$

Число ступенів свободи $K = N_x + N_y - 2$

4. Без урахування рівняння чи не рівняння обсягів вибірок та їх дисперсій, критерій вірогідності Стюдента для непов'язаних вибірок розраховується за формулою:

$$t = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{\sqrt{m_x^2 + m_y^2}}, \text{ де}$$

m_x, m_y – це похибка репрезентативності (або похибка середнього арифметичного значення) вибірок, які підлягають дослідженню.

Число ступенів свободи для визначення $t_{гр}$, розраховується за формулою:

$$K = 2 \times N - 2$$

Після того, як визначили значення t , його порівнюють із граничним значенням ($t_{гр}$). При порівнянні t і $t_{гр}$ визначається вірогідність різниць між двома вибіровими середніми арифметичними.

Якщо в результаті порівняння розрахованого за формулою t і постійного $t_{гр}$ визначиться, що $t \geq t_{гр}$ – різниця між порівнюваними вибіровими середніми арифметичними вірогідна (не випадкова), істотна і пояснюється впливом визначених чинників, а якщо $t < t_{гр}$ – не вірогідна (випадкова).

Причини вірогідних різниць:

1. Краща підготовленість одного із спортсменів або однієї із груп.

2. Одна з досліджуваних методик навчання руховим умінням і навичкам, або розвитку рухових якостей краща, найбільш ефективна.

3. Ефективно побудований навчально-тренувальний або навчально-виховний процес.

4. При застосуванні тієї ж самої методики тренування в різних умовах – причина в тому, що одні умови кращі, ніж інші.

5. При введенні в навчально-виховний або навчально-тренувальний процес нового педагогічного чинника з метою виявлення ефективності його використання - причина в ефективності застосування експериментального педагогічного чинника.

Якщо при порівнянні t розрахункового і t постійного ($t_{гр}$) з'ясується, що $t < t_{гр}$, різниця між порівнюваними вибірковими середнім арифметичними не вірогідна (випадкова) і пояснюється впливом випадкових чинників.

Причини невірогідних різниць:

1. Неправильний добір вибірки.

2. Недостатня чисельність вибірки.

3. Однаковий рівень підготовленості обох груп, які підлягають дослідженню, або обох спортсменів.

4. Не ефективно побудований навчально-тренувальний або навчально-виховний процес.

5. У випадку порівняння двох методик навчання рухових умінь і навичок, або розвитку рухових якостей – ефект однаковий, методики ідентичні, не має значення за якою методикою працювати.

6. При введенні в навчально-тренувальний або навчально-виховний процес нового педагогічного чинника з метою виявлення ефективності його застосування – причина в негативному впливі нового педагогічного чинника на ефективність навчально-тренувального або навчально-виховного процесу.

7. У випадку застосування однієї методики в різних умовах, причина в однаковому результаті при тренуванні в різних умовах, немає істотної різниці в яких умовах застосовувати досліджувану методику.

Питання для самоконтролю

1. До чого зводиться основний зміст вибіркового методу?

2. Яка величина є критерієм визначення вірогідності різниць?

3. Що є основним завданням вибіркового методу?

4. За якою формулою визначається критерій Стьюдента?

5. За якою формулою визначається помилка середнього арифметичного значення?

6. Що можна оцінити за допомогою вибіркового методу математичної статистики?

7. Що дозволяє порівнювати вибірковий метод математичної статистики?

8. Яке припущення перевіряється при порівнянні двох вибіркових середніх арифметичних значень?

9. Назвіть причини вірогідних різниць між двома вибірковими середніми арифметичними.

10. Назвіть причини не вірогідних різниць між двома вибірковими середніми арифметичними.

11. При якому співвідношенні, розрахованому за формулою t , і постійному t_{gr} критеріїв Стюдента різниця між порівнюваними вибірковими середніми арифметичними вірогідна (не випадкова) або невірогідна (випадкова)?

Практичні завдання

1. Скласти конспект теми «Вибірковий метод. Порівняння двох середніх арифметичних за допомогою критерію Стюдента».

2. Провести дослідження з обраного виду спорту, отримати дві вибірки результатів (не менше 20 результатів у кожній вибірці) і записати їх у вигляді варіаційних рядів.

3. Розрахувати критерій Стюдента та порівняти його з табличним значенням відповідно до числа ступенів свободи. Зробити висновок про вірогідність різниць між вибірковими середніми арифметичними значеннями та пояснити причину згідно з умовами задачі (проведеного дослідження).

Рекомендована література

Основна:

1. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: підручник / Л.П.Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.
2. Спортивная метрология: учебник для ин-тов физ. культ. / [под ред. В.И. Зациорского]. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
3. Зациорский В.М. Основы спортивной метрологии / В.М. Зациорский – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 152 с.
4. Начинская С.В. Основы спортивной статистики / С.В. Начинская. – К.: Высшая школа. Главное издательство, 1987. – 189 с.
5. Костюкевич В.М. Спортивна метрологія: навчальний посібник для студентів факультетів фізичного виховання пед. університетів / В.М.Костюкевич. – Вінниця: ДОВ "Вінниця".ВДПУ, 2001. – 183 с.
6. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті: навч. посіб. / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця: Планер, 2015 – 256 с.
7. Смирнов Ю.И. Спортивная метрология: учеб. для студ. пед. вузов / Ю.И. Смирнов, М.М.Полевщиков. – М.: Академия, 2002. – 232 с.
8. Железняк Ю.Д. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Ю.Д. Железняк, П.К.Петров. – М.: Академия, 2002. – 264 с.
9. Годик М.А. Спортивная метрология: учебник для ин-тов физ. культ. / М.А. Годик. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 192 с.
10. Платонов В. Н. Теория и методика спортивной тренировки / В.Н. Платонов – К.: Вища школа, 1984. – 352 с.

Додаткова:

1. Спортивна метрологія: термінологічний словник для студентів напрямів підготовки "Фізичне виховання", "Спорт", "Здоров'я людини" / уклад.: О.В. Соколова, Г.А. Омеляненко. – Запоріжжя: ЗНУ, 2014. – 45 с.
2. Соколова О.В. Спортивна метрологія: методичні рекомендації до лабораторних занять для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" напрямів підготовки "Фізичне виховання", "Спорт", "Здоров'я людини" / О.В. Соколова. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – 57 с.
3. Уткин В.Л. Измерения в спорте (введение в спортивную метрологию) / В.Л. Уткин. – М.: ГЦОЛИФК, 1978. – 127 с.
4. Платонов Н.В. Теория и методика спортивной тренировки / Н.В.Платонов. – К.: Здоровья. – 1980. – 336 с.
5. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях / В.Ю. Урбах. – М.: Медицина, 1975. – 117 с.
6. Бондаревский Е.Я. Информативность тестов, используемых для характеристики физической подготовленности человека / Е.Я. Бондаревский // Теория и практика физической культуры. – 1983. – № 1. – С.23-26.

7. Зациорский В.М. Основы спортивной метрологии / В.М.Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 227 с.
8. Годик М.А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М.А. Годик. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – С.81-83.
9. Смирнов Ю.И. Методологические основы спортивной метрологии / Ю.И. Смирнов // Теория и практика физической культуры. –1980. – №11.– С. 47-49.
10. Сологуб Е.Б. Комплексная вероятная оценка функциональной подготовленности спортсмена / Е.Б.Сологуб, И.Н.Алфимов, Д.Н.Давиденко // Теория и практика физической культуры. – 1995. – №7. – С.53-54.
11. Теория спорта: учебник для ин-тов физ. культ. / [под ред. проф. В.Н.Платонова]. – К.: Вища школа. Главное издат., 1987. – 117 с.
12. Зациорский В.М. Основы спортивной метрологии / В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 152 с.
13. Начинская С.В. Математическая статистика в спорте / С.В. Начинская. – К.: Здоровья, 1978. – 136 с.
14. Булкин В.А. Оперативная оценка готовности спортсменов к предстоящей тренировочной деятельности / В.А.Булкин, И.В.Иванова // Теория и практика физической культуры. – 1996. – №6. – С.40-45.
15. Котешев В.Е. Системно-аналитический подход к проблеме контроля за подготовленностью спортсменов / В.Е.Котешев // Теория и практика физической культуры. – 1996. – №10. – С. 55-58.

Таблиця 1.– Дні року у десятковій системі

Число	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082		244		411		578	663		830		997

Таблиця 3. – Розрахунок оптимальної маси тіла дітей і підлітків
(Д – довжина тіла, см, В – вік, років)

Вік, років	Хлопці		Дівчата
7 років	0,48Д-33,7		0,6Д-49,9
8 років	0,43Д-27,6		0,42Д-29,9
9 років	0,57Д-45,6		0,52Д-38,3
10 років	0,50Д-36,0		0,76Д-71,7
11-12 років		7В-5 /2	
15 років	0,60Д-47,4		0,95Д-100,1
16 років	0,89Д-91,9		0,76Д-66,8
17 років	0,68Д-55,5		0,61Д-42,2
18 років	0,72Д-58,8		0,34Д+4,0

Таблиця 4. – Оцінка рівня фізичного розвитку за індексом Кетле

Індекс Кетле			Рівень фізичного розвитку
6-9 лет	10-14 лет	15-18 лет	
≤ 194,9	≤ 220,0	≤ 325,0	Низький
195,0-219,9	220,1-265,0	325,1-350,0	Нижче середнього
220,0-236,9	265,1-315,0	350,1-375,0	Середній
237,0-259,9	315,1-360,0	375,1-400,0	Вище середнього
≥ 260,0	≥ 360	≥ 400	Високий

Таблиця 5. – Рівень функціональних і рухових можливостей досліджуваних.

Значення	Рівень функціональних і рухових можливостей
Менше 23,1	Низький
23,1-31,9	Нижче середнього
32,0-37,9	Середній
38,0-42,8	Вище середнього
Більш 42,9	Високий

Таблиця 6. – Середня величина життєвої ємкості легень
(за Безруких та ін.,2002)

Стать	Вік, років								
	4	5	6	7	8	10	12	15	17
Хлопці	1200	1200	1200	1400	1400	1630	1975	2600	3520
Дівчата	900	1000	1100	1200	1360	1460	1905	2530	2760

Таблиця 7. – Оцінка життєвого індексу дітей, підлітків і юнаків

Вік, років	Стать	
	Чоловіча	Жіноча
7-10	51-55	46-49
11-13	40-53	42-46
14-15	53-57	46-51
17-18	55-63	48-55

Таблиця 8. – Показники фізичного розвитку

№ п/п	Показники фізичного розвитку	Формула	Значення	Оцінка
1.	Фактична вага тіла, кг	—		
2.	Довжина тіла, см	--		
3.	Оптимальний маса тіла, кг	залежно від віку, статі і довжини тіла		
4.	Ступінь жировідкладення, %	--		
5.	Фактична окружність грудної клітки, см	—		
6.	Належна окружність грудної клітки	залежно від статі і довжини тіла		
7.	Окружність грудної клітки (фактична), см			
7.1	На вдиху (ОГК вдих)	—		
7.2	На видиху (ОГК видих)	—		
8.	Екскурсія грудної клітки (ЕГК), см	$ЕГК = ОГК_{вд.} - ГК_{вид.}$		
9.	Індекс Кетле	$ІК = МТ : Д$		
10.	Індекс фізичного розвитку за О.Д. Дубогай	$ІФР = Д - (МТ + ОГК)$		
11.	Фактична ЖЄЛ			
11.1	За формулою Людвіга	залежно від статі, довжини і маси тіла		
11.2	За формулою Гариса Бенедикта			
12.	Життєвий індекс	$ЖІ = ЖЄЛ : МТ$		

Таблиця граничних значень критерію Стьюдента

Надійність $P=0.95$, K – число ступенів свободи

K	$t_{\alpha/2}$	K	$t_{\alpha/2}$
1	12,71	18	2,10
2	4,30	19	2,09
3	3,18	20	2,09
4	2,78	21	2,08
5	2,57	22	2,07
6	2,45	23	2,07
7	2,36	24	2,06
8	2,31	25	2,06
9	2,26	26	2,06
10	2,20	27	2,10
11	2,20	28	2,05
12	2,18	29	2,05
13	2,16	30	2,04
14	2,14	40	2,02
15	2,13	60	2,00
16	2,12	120	1,98
17	2,11	∞	1,96

Навчальне видання
(українською мовою)

Соколова Ольга Валентинівна
Омельяненко Галина Анатоліївна
Тищенко Валерія Олексіївна

СПОРТИВНА МЕТРОЛОГІЯ

Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Фізична культура і спорт»
освітньо-професійних програм «Фізичне виховання»
і «Спорт»

Рецензент *М.В. Маліков*
Відповідальний за випуск *А.П. Конох*
Коректор *О.В. Соколова*