

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

**Р. Ф. АХМЕТОВ**

**Спортивна метрологія**

Навчальний посібник

**Житомир – 2017**

УДК 796.011.3

ББК 75.1

A95

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол № 9 від 24.02.2017 р.)*

**Рецензенти:**

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

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

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

**Ахметов Р. Ф.**

A95 Спортивна метрологія: навчальний посібник. – Житомир: Вид-во ФОП Євенок О. О., 2017. – 176 с.

У навчальному посібнику «Спортивна метрологія» розглянуто сучасні концепції, які забезпечують єдність і точність вимірювань стану спортсмена, тренувальних навантажень техніки виконання рухів, спортивних результатів і поведінки спортсмена під час змагань. Навчальний посібник включає теоретичний матеріал, лабораторні заняття у відповідності до навчальної програми з курсу «Спортивна метрологія», тести, питання для самостійної роботи студентів.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів ВНЗ галузі «Фізична культура і спорт».

УДК 796.011.3

ББК 75.1

Наукове видання  
**АХМЕТОВ Рустам Фагимович**  
**Спортивна метрологія**  
*Навчальний посібник*

Надруковано з оригінал-макету автора  
Підписано до друку 24.02.17. Формат 60x90/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Друк різнографічний.  
Ум. друк. арк. 12.0. Обл. вид. арк. 9.5. Наклад 300. Зам. 103.

---

Видавництво ФОП Євенок О. О.  
ДК № 3544 від 05.08.09 р.  
м. Житомир, вул. Мала Бердичівська, 17-а  
тел.: (0412) 422-106

© Ахметов Р. Ф., 2017

## ВІД АВТОРА

На сьогоднішній день немає єдиної думки про те, яким має бути зміст навчальної дисципліни «Спортивна метрологія». У деяких вищих навчальних закладах вважається, що цей курс повинен бути присвячений майже виключно вимірюванням: вимірювальній апаратурі та вимірювальним методикам, тобто що це, по суті, інженерна дисципліна у примітивному викладенні для фізкультурних вузів. Але дисципліна була задумана – і це доцільно в плані підготовки спеціалістів – для засвоєння студентами загальних основ контролю у фізичному вихованні та спорті.

З цієї позиції фізичне виховання та спортивна підготовка розглядаються як виробничий процес, результат якого – фізична, технічна, тактична, психологічна та теоретична підготовленість спортсменів (і в цілому – їх спортивна підготовленість). Тому і підготовленість, і процес підготовки є предметом спортивної метрології, а мета навчальної дисципліни «Спортивна метрологія» – надати знання про загальний зміст, об'єкти й методику контролю фізичного виховання та спортивної підготовки, які потрібні для підвищення якості процесу підготовки, а отже й для вдосконалення цього процесу. Саме з такою метою підготовлена програма дисципліни й написаний навчальний посібник.

Контроль за підготовленістю та підготовкою – предмет досить широкий і в теоретичному, і в практичному планах, а кількість годин, що виділяється на засвоєння курсу навчальної дисципліни «Спортивна метрологія», досить обмежена. Тому, розраховуючи на те, що з практичною складовою контролю підготовленості та підготовки спортсменів студенти знайомляться під час проходження спеціальних дисциплін, зміст курсу яких обмежений загальними основами теорії контролю, а технологіям контролю увага приділена лише частково. Виключенням є розділ статистики.

На даний час у теорії фізичного виховання та спорту на- зріла та вже почалася радикальна зміна навіть деяких фунда- ментальних уявлень, у зв'язку з чим деякі важливі питання розглядаються спеціалістами аж ніяк не однозначно. Багато розповсюджених сьогодні теоретичних положень спираються на уявлення середини минулого століття, містять внутрішні протиріччя, і, судячи з усього, в недалекому майбутньому за- знають суттєвого перегляду.

Навчальний посібник розрахований на досить тривале використання враховуючи суттєві прогресивні зміни існую- чої системи теоретичних уявлень. Перехід до нової системи теоретичних підходів і уявлень неминучий і потребує певно- го часу. Краще своєчасно прийняти нові, більш адекватні реаліям уявлення чи хоча б ознайомитися з ними.

Крім сказаного, необхідно взяти до уваги й ту обставину, що навчальний посібник «Спортивна метрологія» може вико- ристовуватися і під час заочного навчання, і в процесі після- вузівського підвищення кваліфікації спортивних кадрів. Із ви- кладеними в навчальному посібнику положеннями доцільно ознайомитися і викладачам спортивних дисциплін.

Автор сподівається, що даний навчальний посібник слу- гуватиме не тільки студентам, а й фахівцям, що працюють за напрямком методики фізичного виховання та спортивного тренування. Автор заздальгідь вдячний колегам – викладачам вищих навчальних закладів і тренерам – за кожне критичне зауваження. Вважаю, що ділова критика дозволить підвищи- ти якість навчального посібника в подальшій роботі.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма вивчення навчальної дисципліни «Спортивна метрологія» розроблена відповідно до освітньо-професійних програм спеціальностей 017 «Фізична культура і спорт» та 014 «Середня освіта» (Фізична культура).

**Предметом** вивчення «Спортивної метрології» є контроль і вимірювання у фізичному вихованні та спорті.

**Міждисциплінарні зв'язки.** При викладанні навчального матеріалу зі «Спортивної метрології» використовуються знання з таких дисциплін: історія фізичної культури і спорту, теорія і методика фізичного виховання, біомеханіка фізичних вправ, анатомія людини, фізіологія спорту, основи статистики, біометрія, кінофотосправа.

Програма навчальної дисципліни складається з таких модулів:

### **Модуль 1. Загальні основи «Спортивної метрології».**

**Змістовий модуль 1.** Метрологічні основи вимірювань і контролю у фізичному вихованні та спорті.

#### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни.**

**1.1. Мета дисципліни** – ознайомити студентів із основами сучасної «Спортивної метрології», забезпечити єдність і точність вимірювань за станом спортсмена, тренувальними навантаженнями, технікою виконання рухів, спортивними результатами.

#### **1.2. Завдання дисципліни:**

– сформулювати в студентів об'єктивне уявлення про метрологічні основи вимірювань і контролю у фізичному вихованні та спорті;

– навчити студентів математично-статистичним методам обробки й аналізу результатів контролю та планування навчально-тренувального процесу;

– навчити студентів технічним засобам контролю в спорті;

- сформувати в студентів навички та вміння самостійної організації дослідження, вибору й вибіркового використання основних засобів спортивної метрології;

- навчити технології та методичним прийомам реєстрації, обробки й аналізу показників фізичного стану спортсменів, техніко-тактичної майстерності та тренувального навантаження;

- забезпечити широку теоретичну та практичну підготовку студентів до майбутньої професійної діяльності;

- сприяти формуванню системи спеціальних знань і умінь, вихованню пізнавальної активності;

- навчити використовувати знання та вміння інших наукових дисциплін для вирішення завдань фізичного виховання і спорту на високому методичному рівні;

- навчити узагальнювати досвід передової спортивної практики, самостійно розробляти нові педагогічні технології;

- сприяти вихованню почуття професійного обов'язку, відповідальності за якість підготовки до професійної діяльності, розуміння соціальної значущості майбутньої професії.

**1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми у результаті вивчення дисципліни «Спортивна метрологія» студенти повинні знати:**

- метрологічні основи вимірювань і контролю у фізичному вихованні та спорті;

- математично-статистичні методи обробки й аналізу результатів контролю та планування навчально-тренувального процесу;

- технічні засоби контролю в спорті;

- особливості контролю, оцінки й аналізу результатів;

- технологію та методичні прийоми реєстрації, обробки й аналізу показників фізичного стану спортсменів, техніко-тактичної майстерності та тренувального навантаження.

**вміти:**

- самостійно проводити вимірювання та здійснювати контроль у фізичному вихованні та спорті;

- самостійно розробляти нові метрологічні технології;
- використовувати математично-статистичні методи обробки й аналізу результатів контролю та планування навчально-тренувального процесу;
- працювати з науковою літературою зі спортивної метрології;
- самостійно здійснювати організацію дослідження, вибирати основні засоби вимірювання;
- використовувати прийоми реєстрації, обробки й аналізу показників фізичного стану спортсменів, техніко-тактичної майстерності та тренувального навантаження;
- використовувати знання та вміння інших наукових дисциплін для вирішення завдань фізичного виховання і спорту на високому методичному рівні;
- вести систематичний облік отриманих результатів.

## Розділ 1. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

### **Модуль 1. Загальні основи «Спортивної метрології».**

*Змістовий модуль 1.* Метрологічні основи вимірювань і контролю у фізичному вихованні та спорті.

**Тема № 1. Предмет «Спортивна метрологія». Основи теорії вимірювань.** Предмет і завдання курсу «Спортивна метрологія». Роль спортивної метрології у фізичному вихованні та спорті. Методи спортивної метрології. Вимірювання фізичних величин. Параметри, які вимірюються у фізичному вихованні та спорті. Шкали вимірювань. Точність вимірювання.

**Тема № 2. Статистичні методи обробки результатів вимірювання.** Метод середніх величин. Функціональні та статистичні взаємозв'язки. Кореляційне поле. Оцінка тісноти взаємозв'язків. Регресія. Коефіцієнт кореляції Браве–Пірсона.

**Тема № 3. Математичні основи теорії тестів. Основи теорії оцінок.** Основні поняття теорії тестів. Надійність тестів. Інформативність тестів. Методи оцінювання тестів. Комплексні тести. Проблема оцінювання у спорті. Шкали оцінювання.

**Тема № 4. Кваліметрія, або методи кількісної оцінки якості показників.** Основні поняття кваліметрії. Метод експертних оцінок. Метод анкетування.

**Тема № 5. Метрологічні основи технічної та тактичної підготовленості спортсменів.** Метрологічний контроль технічної підготовленості спортсменів. Контроль тактичної підготовленості у фізичному вихованні та спорті. Метрологічні основи контролю тренувальних і змагальних навантажень.



**Тема № 6. Основи контролю фізичної підготовленості спортсменів.** Загальні вимоги до контролю. Контроль швидкісних якостей. Контроль силових якостей. Контроль рівня розвитку витривалості. Контроль гнучкості. Контроль спритності.

**Тема № 7. Технічні засоби контролю в спорті.** Інструментальні методи контролю стану спортсменів. Оптичні й оптико-електронні методи реєстрації рухів. Електромеханічні та телеметричні методи збору інформації про стан спортсмена.

## Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНИЙ КУРС

### Тема № 1.

#### Предмет «Спортивна метрологія». Основи теорії вимірювань

**Мета:** надати основні поняття про спортивну метрологію як наукову і навчальну дисципліну.

**Опорні поняття:** спортивна метрологія, вимірювання, методи, шкали вимірювань, точність вимірювань.

#### План:

1. Предмет і завдання курсу «Спортивна метрологія».
2. Роль спортивної метрології у фізичному вихованні та спорті.
3. Методи спортивної метрології.
4. Вимірювання фізичних величин.
5. Параметри, які вимірюються у фізичному вихованні та спорті.
6. Шкали вимірювань.
7. Точність вимірювання.

#### 1. Предмет і завдання курсу «Спортивна метрологія»

У повсякденній практиці людства та кожного індивіда вимірювання цілком звичайна процедура. Вимірювання поряд з обчисленням безпосередньо пов'язане з матеріальним життям суспільства, тому що воно одержало розвиток у процесі практичного освоєння світу людиною. Вимірювання, так само як рахунок і обчислення, стало невід'ємною частиною суспільного виробництва та розподілу, об'єктивною відправною точкою появи математичних дисциплін, і в першу чергу геометрії, а звідси й необхідною передумовою розвитку науки й техніки.

На самому початку, в момент свого виникнення, вимірювання, наскільки б різними вони не були, носили, природно,

елементарний характер. Так, вираховування множини предметів певного виду ґрунтувалося на порівнянні з кількістю пальців. Вимірювання довжини тих або інших предметів будувалося на порівнянні з довжиною пальця руки, стопи чи кроку. Цей доступний спосіб був споконвічно в буквальному значенні «експериментальним обчислювальним й вимірювальним методом». Він сягає своїм корінням у далеку епоху «дитинства» людства. Пройшли цілі сторіччя, перш ніж розвиток математики й інших наук, поява вимірювальної техніки, викликані потребами виробництва й торгівлі, комунікаціями між окремими людьми й народами, привели до появи добре розроблених і диференційованих методів і технічних засобів у різних областях знань.

Зараз важко собі уявити яку-небудь діяльність людини, в якій не використовувалися б вимірювання. Вимірювання здійснюються в науці, промисловості, сільському господарстві, медицині, торгівлі, військовій справі, при охороні праці й навколишнього середовища, в побуті, спорті й т. д. Завдяки вимірюванням можливе управління технологічними процесами, промисловими підприємствами, підготовкою спортсменів і народним господарством у цілому. Різко підвищилися та продовжують підвищуватися вимоги до точності вимірювань, швидкості одержання вимірювальної інформації, вимірювання комплексу фізичних величин. Збільшується кількість складних вимірювальних систем і вимірювально-обчислювальних комплексів.

Вимірювання на певному етапі свого розвитку призвели до виникнення метрології, яка визначається як «наука про вимірювання, методи та засоби забезпечення його єдності й необхідної точності». Це визначення свідчить про практичну спрямованість метрології, що вивчає вимірювання фізичних величин і елементи, які утворюють ці вимірювання, й створює необхідні правила та норми. Слово «метрологія» складається з двох давньогрецьких: «метро» – міра і «логос» – вчення, чи наука.

Сучасна метрологія включає три складові: законодавчу метрологію, фундаментальну (наукову) та практичну (прикладну) метрологію.

**Спортивна метрологія** – це наука про вимірювання у фізичному вихованні та спорті. Її слід розглядати, як конкретний додаток до загальної метрології, як одну зі складових практичної (прикладної) метрології. Однак як навчальна дисципліна спортивна метрологія виходить за рамки загальної метрології, з-за певних причин. У фізичному вихованні та спорті деякі з фізичних величин (час, маса, довжина, сила), на проблемах єдності й точності яких зосереджують основну увагу фахівці-метрологи, також підлягають вимірюванню. Але найбільше фахівців цієї науки цікавлять педагогічні, психологічні, соціальні, біологічні показники, які за своїм змістом не можна назвати фізичними. Методикою їх вимірювання загальна метрологія практично не займається, і тому виникла необхідність розробки спеціальних вимірювань, результати яких всебічно характеризують підготовленість спортсменів. Особливістю спортивної метрології є те, що в ній термін «вимірювання» трактується в самому широкому змісті, тому що в спортивній практиці недостатньо вимірювати тільки фізичні величини. У фізичній культурі та спорті крім вимірювання довжини, висоти, часу, маси та інших фізичних величин доводиться оцінювати технічну майстерність, чіткість й артистичність рухів та інші нефізичні величини.

**Предметом спортивної метрології** є комплексний контроль у фізичному вихованні та спорті й використання його результатів у плануванні та управлінні підготовкою спортсменів.

Разом з розвитком фундаментальної та практичної метрології відбувалося становлення законодавчої метрології.

**Законодавча метрологія** – це розділ метрології, що включає комплекси взаємозалежних і взаємообумовлених загальних правил, а також інші питання, які регламентовані й

контролюються державою та спрямовані на забезпечення однакових засобів вимірювання.

Законодавча метрологія служить засобом державного регулювання метрологічної діяльності за допомогою законів і законодавчих положень, які вводяться в практику через Державну метрологічну службу та метрологічні служби державних органів управління і юридичних осіб. До області законодавчої метрології відносяться випробування та затвердження типів засобів вимірювання та їх перевірка, калібрування, сертифікація, державний метрологічний контроль і нагляд за засобами вимірювання.

Метрологічні правила й норми законодавчої метрології узгоджені з рекомендаціями та документами відповідних міжнародних організацій. Тим самим законодавча метрологія сприяє розвитку міжнародних економічних і торговельних зв'язків і сприяє взаєморозумінню в міжнародному метрологічному співробітництві.

## **2. Роль спортивної метрології у фізичній культурі та спорті**

По суті, спортивна метрологія займається комплексним контролем у спорті, що дозволяє використовувати існуючі результати спортсмена в плануванні його підготовки. Для того, щоб спортивне тренування стало дійсно керованим процесом, необхідно, щоб тренер вирішував завдання з урахуванням результатів об'єктивних вимірювань. Тренування, побудоване з урахуванням тільки самопочуття спортсмена та інтуїції тренера, не може дати хороших результатів у сучасному спорті. Хоча може бути і навпаки. Якщо не враховувати цих факторів, то можливе допущення важливих помилок. Тільки узгодженість комплексу об'єктивних і суб'єктивних показників може забезпечити успіх.

Будь-який контроль починається з вимірювання, але цього недостатньо. Потрібно знати, які саме показники необхід-

но виміряти, вміти вибрати найбільш інформативні показники. А також не менш важливо вміти математично грамотно обробляти отримані результати спостережень. Сучасний фахівець в галузі фізичної культури та спорту повинен обов'язково володіти методами контролю. Звичайно, контроль за станом спортсмена у процесі тренування – справа представників багатьох спеціальностей: тренерів, педагогів, медиків, біохіміків і т.д. Однак логіко-теоретична основа вимірювання і контролю, а також використовуваний при цьому математичний апарат є багато в чому загальними для всіх конкретних наукових спеціальностей. Більше того, саме участь у процесі контролю представників багатьох дисциплін вимагає узагальнення єдиної системи понять, однакової термінології, яка легко узгоджується, а також уніфікованих методів вимірювання, вимог вибору тестів, шкал оцінок і т.п. Без цього дані різних фахівців не можна буде узагальнити. Спортивна метрологія і створює основу для такого єдиного підходу.

### **3. Методи спортивної метрології**

Основним методом спортивної метрології є комплексний контроль. Виділяють три основні форми контролю за станом спортсмена:

А) Етапний контроль, мета якого полягає в оцінці стану спортсмена поетапно;

Б) Поточний контроль, основним завданням якого є визначення повсякденних змін у стані спортсмена;

В) Оперативний контроль, метою якого є експрес-оцінка стану спортсмена на даний момент.

Кінцева мета комплексного контролю – одержати надійну та достовірну інформацію для управління процесом спортивної підготовки.

В усіх випадках контролю для оцінки стану спортсмена використовують певні вимірювання чи випробовування – тести. Побудова й вибір їх повинні відповідати встановленим вимогам, які розглядаються в так званій *теорії тестів*. Ре-

зультати проведеного тестування необхідно оцінити. Аналіз різних способів оцінки здійснюється за *теорією оцінок*. Теорія тестів і теорія оцінок є розділами спортивної метрології, що мають загальне значення для всіх конкретних різновидів контролю та використовуються у процесі підготовки спортсмена.

Крім того, суттєвою допомогою в аналізі даних служать методи математичної статистики, які так само використовуються в спортивній метрології. Дані методи застосовуються для аналізу результатів масових повторюваних вимірювань. Результати таких вимірювань завжди відрізняються один від одного через численні причини, які не піддаються контролю та змінюються від одного вимірювання до іншого. Масові вимірювання однорідних об'єктів, які характеризуються якісною подібністю, мають певні закономірності. При використанні статистичних методів виділяють три етапи дослідження:

а) статистичне спостереження, яке представляє собою планомірний, науково обґрунтований збір даних, що характеризують досліджуваний об'єкт;

б) статистичне зведення й розподіл на групи, що є важливою підготовчою частиною до статистичного аналізу даних;

в) аналіз статистичного матеріалу, який є завершальним етапом статистичного підходу.

#### **4. Вимірювання фізичних величин**

**Фізична величина** (ФВ) – властивість, загальна в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів (фізичних систем, їх станів, процесів, які відбуваються в них), але в кількісному відношенні індивідуальна для кожного об'єкта. Поняття фізичної величини застосовується до тих властивостей фізичних об'єктів або їх характеристик, які піддаються вимірюванню. Для вимірювання фізичної величини використовуються такі параметри й характеристики фізичних об'єктів, як маса, температура, довжина, об'єм та ін.

Фізичну величину можна визначити за наступною формулою:

$$Q = q [Q],$$

де  $Q$  – вимірювана ФВ;  $[Q]$  – одиниця вимірювання ФВ;  $q$  – числове значення ФВ.

Значення ФВ визначається у результаті вимірювання. *Вимірювання* ФВ – це знаходження фізичної величини дослідним способом за допомогою спеціальних технічних засобів. В основі будь-якого вимірювання лежить принцип вимірювань. Кожному вимірюванню властива погрішність вимірювання. Обробка результатів вимірювання проводиться статистичними методами.

Найпростішими методами вимірювання є *метод безпосередньої оцінки*, при якому значення ФВ визначається за показниками вимірювального приладу (наприклад, сила струму – амперів (А) за шкалою амперметра і т.д.); *метод порівняння із мірою*, при якому ФВ порівнюється з певною встановленою мірою (наприклад, маса тіла (кг, г) з гирями (кг, г) на важільних вагах) та ін.

Вимірювання фізичної величини можна проводити прямим або непрямим методами. При *прямому методі вимірювання* ФВ визначається дослідним способом (наприклад, довжина дистанції, час забігу і т.д.). При *непрямому методі вимірювання* ФВ обчислюється на підставі відомої залежності фізичних величин одна від одної, отриманих дослідним способом (наприклад, визначення величини середньої швидкості спортсмена від довжини дистанції й часу забігу і т.д.). Таким чином,  $q$  – числове значення фізичної величини, яке визначається в процесі вимірювання.

Одиниця вимірювання ФВ  $[Q]$  це розмірність даної величини. *Розмірність* – співвідношення фізичних величин, яке показує, як змінюються одиниці певної ФВ стосовно основних одиниць вимірювання.

Основні одиниці вимірювання визначаються за Міжнародною системою одиниць (СІ – Система Інтернаціональна),



яка була прийнята в 1960 р. на XI Генеральній конференції з мір і мас. Принцип створення СІ заснований на семи основних і двох додаткових одиницях вимірювання (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

### Міжнародна система одиниць (СІ)

Величина	Позначення		
	найменування	українське	міжнародне
<i>Основні одиниці вимірювання</i>			
Довжина, $l$	метр	м	m
Маса, $m$	кілограм	кг	kg
Час, $t$	секунда	с	s
Сила електричного струму, $I$	ампер	А	A
Термодинамічна температура, $T, \Theta$	Кельвін	К	K
Сила світла, $J$	кандела	кд	cd
Кількість речовини, $n$	моль	моль	mol
<i>Додаткові одиниці вимірювання</i>			
Плоский кут, $\alpha, \beta, \gamma, \varphi$	радіан	рад	rad
Тілесний кут	стерадіан	ср	sr

Існують також *позасистемні одиниці вимірювання*, які не входять до системи СІ (наприклад, одиниця потужності, яка вилучається з обігу, – кінська сила (к.с.); одиниця часу, рівна добі та т.п.). Крім основних, додаткових і позасистемних одиниць вимірювання часто використовуються кратні та часткові одиниці вимірювання. *Кратна одиниця вимірювання* – це одиниця, яка в ціле число разів більша системної чи позасистемної одиниці (наприклад, кілометр, мегават, тонна й ін.). *Часткова одиниця вимірювання* – одиниця, яка в ціле число разів менше системної чи позасистемної одиниці (наприклад, міліметр, мікросекунда й ін.). Для утворення кратних і часткових одиниць вимірювання використовуються спеціальні приставки (табл. 2.2).

Як правило ФВ виражаються в абсолютних або відносних величинах. *Абсолютні величини* – це числа, виражені в

певних одиницях вимірювання (вага, об'єм, довжина, маса, швидкість і т.д.). *Відносні величини* показують результат порівняння чисел і виражаються у відсотках, частинах і т.д. (наприклад, 1% є сота частина від загального числа). Число, згідно з яким визначається відносна величина, називається *базою порівняння* (наприклад, порівнюючи максимальну та реальну потужність спортсмена, його реальна потужність становить 75% від максимальної, яка в цьому випадку прийнята за базу порівняння).

Таблиця 2.2

### Утворення кратних і часткових одиниць вимірювання

Множник	Приставка	Позначення приставки	
		українське	міжнародне
$1000000000000000000 = 10^{18}$	екса	Е	E
$1000000000000000 = 10^{15}$	пета	П	P
$1000000000000 = 10^{12}$	тера	Т	T
$1000000000 = 10^9$	гіга	Г	G
$1000000 = 10^6$	мега	М	M
$1000 = 10^3$	кіло	к	k
$100 = 10^2$	гекто	г	h
$10 = 10^1$	дека	да	da
$0,1 = 10^{-1}$	деци	д	d
$0,01 = 10^{-2}$	санти	с	c
$0,001 = 10^{-3}$	мілі	м	m
$0,000001 = 10^{-6}$	мікро	мк	μ
$0,000000001 = 10^{-9}$	нано	н	n
$0,0000000000001 = 10^{-12}$	піко	п	P
$0,0000000000000001 = 10^{-15}$	фемто	ф	f
$0,000000000000000001 = 10^{-18}$	атто	а	a

## 5. Параметри, що вимірюються у фізичній культурі та спорті

Наявність різних приладів і технічних обладнань, застосовуваних у дослідженнях фахівцями педагогічних,

біомеханічних і психологічних дисциплін спорту, дозволяє одержувати інформацію про більше 3000 окремих параметрів.

Усі параметри, які вимірюються у спортивній науці, поділяються на чотири рівні:

– *інтегральні*, які відбивають сумарний (кумулятивний) ефект функціонального стану різних систем організму (наприклад, спортивна майстерність);

– *комплексні*, які відносяться до однієї з функціональних систем організму спортсмена (наприклад, фізична підготовленість);

– *диференціальні*, які характеризують тільки одну властивість системи (наприклад, силові якості);

– *одиночні*, які розкривають одну величину (значення) окремої властивості системи (наприклад, максимальна сила м'язів).

Дослідження показують, що кількість вимірюваних комплексних параметрів у спорті коливається від 11 до 13 (табл. 2.3).

Дані табл. 2.3 свідчать, що ряд співвідношень частоти використання вимірюваних у спорті параметрів поступово зменшується: відмінності між сусідніми цифрами незначні. Звертає на себе увагу співвідношення енергетико-функціональних і анатомо-морфологічних параметрів.

Параметри зовнішньої форми та складу тіла, які використовуються у спорті для діагностики фізичного стану, застосовуються в 4,0–4,5 разів рідше, ніж параметри тренувального навантаження, відновлення та фізичної підготовленості. Досить мало використовуються при вимірюваннях такі важливі компоненти підготовки спортсменів, як параметри тактичних дій. Порівняно рідко застосовуються вимірювання, які допомагають вивчати параметри впливу зовнішніх умов на тренувальний процес: атмосфери, води, ґрунту, приміщення, натуральних сил природи.

Таблиця 2.3

**Розподіл частоти вимірюваних у спорті комплексних параметрів (за одиницю прийняті параметри складу тіла)**

№ п/п	Комплексні параметри	Частота
1.	Тренувальне навантаження та відновлення (фізіологічні, фізичні, психічні величини)	4,57
2.	Фізична підготовленість (сила, швидкість, витривалість, спритність та гнучкість)	4,35
3.	Серцево-судинна система (рух серця та великих судин, рух крові в серці та судинах, біопотенціали серця)	3,09
4.	Розміри тіла та кінцівок (лінійні та дугові розміри тіла)	2,92
5.	Технічна підготовленість (статика, кінематика, динаміка, час і ритм спортивних рухів)	2,60
6.	Дихальна система (легенева ємність, механіка дихання, газообмін)	2,48
7.	Біофізичні та біохімічні проби (кров і лімфа, сеча, мокроти, піт, слина та ін.)	2,43
8.	Нервово-м'язова система (біоелектрична та біомеханічна діяльність м'язів)	2,05
9.	Тактична підготовленість (змагальна активність і ефективність дій)	1,91
10.	Відділи ЦНС (параметри головного мозку та відділів ЦНС)	1,82
11.	Система аналізаторів (зоровий, вестибулярний, тактильний, слуховий, руховий)	1,41
12.	Зовнішня форма тіла та пропорцій (статура, постава, стопа)	1,12
13.	Склад тіла (вміст жиру, питома вага та щільність тіла)	1,00

Основними вимірюваними та контрольованими параметрами в спортивній медицині, тренувальному процесі та в наукових дослідженнях зі спорту є наступні:

– фізіологічні («внутрішні»), фізичні («зовнішні») та психологічні параметри тренувального навантаження й відновлення;

– параметри якостей сили, швидкості, витривалості, гнучкості та спритності;

– функціональні параметри серцево-судинної та дихальної систем;

– біомеханічні параметри спортивної техніки;

– лінійні та дугові параметри розмірів тіла.

Для вивчення цих параметрів і контролю над ними широко використовується об'ємна номенклатура різноманітних способів, прийомів і методів вимірювання наступних фізичних величин:

– силових (це причини, які викликають зміни у швидкості та напрямку руху тіла: сили відштовхування, деформації, удари, кидки та т.п., моменти сил і моменти обертання: розгойдування, розмахування, обороти й обертання при виконанні локомоторних і гімнастичних вправ; тиск на спортивні снаряди та т.п.);

– швидкісних величин (витрата кількості енергії протягом заданого часу; швидкість розгону, переміщення, зупинки та зміни напрямку в рухових діях; лінійне й кутове прискорення при виконанні вправ);

– тимчасових (проміжки часу та частота дій за одиницю часу – момент часу, тривалість дії, темп і ритм рухів);

– геометричних (положення спортсмена: координати розташування тіла чи його ланок у заданій системі; розміри: відстані між двома заданими точками при вимірюванні результатів у стрибках, метаннях та ін., контурів або форм при вимірюванні правильності креслення обов'язкових фігур у фігурному катанні; при вимірюванні постави та плоскостопості);

– величин, які характеризують фізичні властивості (щільність, питома вага тіла людини; вимірювання вологості в спортивній гігієні; в'язкість, твердість, пластичність кістково-м'язової системи);

– кількісних (маса та вага тіла й окремих його ланок);

– величин, які характеризують хімічний склад;

– теплових (температура тіла та його теплопровідна здат-

ність, обумовлена кількістю тепла, яке виділяється чи поглинається тілом за певних умов);

– радіаційних (ядерна радіація – радіоізотопні методи вимірювання маси окремих ланок тіла людини та сканування; визначення біологічного віку юних спортсменів; фотометричні вимірювання скелета та т.п.);

– електричних (біопотенціали різних органів: серця, м'язів, мозку та т.п.).

Одним із перспективних підходів щодо вирішення проблеми виявлення найбільш інформативних параметрів і методів обстежень спортсменів служить метод моделювання різних сторін підготовленості, основна мета якого – визначення та наукове обґрунтування конкретних кількісних модельних характеристик функціональної, техніко-тактичної, психологічної підготовленості, при досягненні яких спортсмен з найбільшим ступенем ймовірності може виграти певні змагання чи встановити рекорд.

## **6. Шкали вимірювання**

При використанні різних приладів та обладнання, дослідник постійно працює зі шкалами.

Шкала (від лат. *scala* – сходи) – елемент вимірювальної системи, за допомогою якого відбувається розподіл досліджуваного об'єкта до певної групи.

Поняття «шкала» вживається у двох значеннях. По-перше, на шкалі фіксуються показання відлікового обладнання приладу. У цьому значенні шкала містить набір певних умовних знаків. Показчик приладу, зупиняючись на певному знаку, фіксує зміну тих або інших вимірюваних параметрів. Наприклад, шкала амперметра це лінійка з поділками, кожна з яких відповідає певній кількості амперів. Зупинившись на поділці 2А, показчик фіксує силу струму в мережі, рівну двом амперам.

Проміжок між сусідніми оцінками шкали називається поділками шкали. Значення шкали – це значення вимірюваної

величини, відповідне до відстані між двома сусідніми поділками шкали. Встановлення значення шкали здійснюється за допомогою тарування.

Шкала – це певна система, яка здійснює класифікацію об'єктів. Це може бути множина шкал залежно від кількості систем, які впорядковують. Найпоширенішими та загально-визнаними шкалами є номінальна шкала, порядкова шкала, інтервальна шкала та шкала відносин.

За **номінальною шкалою** (від лат. *nomen* – ім'я) класифікують об'єкти відповідно до умовних позначок. Наприклад, спортсмени, які брали участь у кросі, одягнені в майки різного кольору. Введемо в якості умовних показників сім кольорів веселки. Підрахуємо, скільки спортсменів бере участь у кросі в майках кожного кольору. У цьому випадку перерахування семи кольорів веселки є номінальною шкалою.

**Порядкова шкала** – це ряди натуральних чисел, розташованих у висхідному чи спадаючому порядку. На основі встановленого порядку визначається класифікація об'єктів. Наприклад, при визначенні порядкового місця для кожного об'єкта за досліджуваною ознакою в процесі виконання певного тесту місця розподілилися так: перше, друге, третє і т.д. – це і є порядкова шкала.

**Інтервальна шкала** – це перелік об'єктів, розділених на певні інтервали: від ... до ... . Об'єкти класифікуються відповідно за цими інтервалами. Наприклад, перша група складається зі спортсменів, у яких довжина тіла від 155 до 165 см, друга – від 165 до 175 см, третя – від 175 до 185 см. Розподіл спортсменів по трьох групах є класифікацією у відповідності з інтервальною шкалою.

**Шкала відносин** застосовується в окремому випадку, коли фіксується перший нижній показник. Наприклад, розглянемо довжину тіла усіх людей від первинної можливої оцінки 40 см до гранично можливої довжини тіла 240 см з інтервалом 10 см. У цьому випадку рівнем відліку шкали відносин є нижній показник – 40 см.

Отже, шкали можна вишикувати за будь-якою зручною системою, а також застосовувати сукупність систем.

## 7. Точність вимірювання

Ніяке вимірювання не може бути виконане абсолютно точно. Результат вимірювання неминуче містить похибку, величина якої тим менша, чим точніше метод вимірювання та вимірювальний прилад. Наприклад, за допомогою звичайної лінійки з міліметровими поділками не можна виміряти довжину з точністю до 0,01 мм.

**Основна та додаткова похибки.** Основна похибка – це похибка методу вимірювання чи вимірювального приладу, яка має місце в нормальних умовах їх застосування.

Додаткова похибка – це похибка вимірювального приладу, викликана відхиленням від нормальних умов його роботи. Зрозуміло, що прилад, призначений для роботи при кімнатній температурі, буде давати неточні показання, якщо користуватися ним улітку на стадіоні під палючим сонцем або взимку на морозі. Похибки вимірювання можуть виникати й у тому випадку, коли напруга електричної мережі чи батарейного джерела живлення нижча норми чи мінлива по величині. До додаткових відноситься й так звана динамічна похибка, зумовлена інерційністю вимірювального приладу, яка виникає в тих випадках, коли вимірювана величина коливається надзвичайно швидко. Наприклад, деякі пульсотаксметри (прилади для вимірювання частоти серцевих скорочень – ЧСС) розраховані на вимірювання середніх величин ЧСС і не здатні фіксувати нетривалі відхилення частоти від середнього рівня. Величини основної та додаткової похибок можуть бути представлені як у абсолютних, так і у відносних одиницях.

**Абсолютна та відносна похибки.** Величина  $\Delta A = A - A_0$ , рівна різниці між показником вимірювального приладу ( $A$ ) і дійсним значенням вимірюваної величини ( $A_0$ ), називається абсолютною похибкою вимірювання. Вона вимірюється в тих же одиницях, що й сама вимірювана величина.



На практиці часто зручніше користуватися не абсолютною, а відносною похибкою. Відносна похибка вимірювання буває двох видів – дійсна та віртуальна. Дійсною відносною похибкою називається відношення абсолютної похибки до дійсного значення вимірюваної величини:

$$\Delta A_D = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%$$

Віртуальна відносна похибка – це відношення абсолютної похибки до максимально можливого значення вимірюваної величини:

$$\Delta A_{II} = \frac{\Delta A}{A_m} \cdot 100\%$$

У тих випадках, коли оцінюється не похибка вимірювання, а похибка вимірювального приладу, за максимальне значення вимірюваної величини береться граничне значення шкали приладу. У такому розумінні найбільш припустиме значення  $A$ , виражене у відсотках, визначає в нормальних умовах роботи клас точності вимірювального приладу. При цьому враховується тільки основна похибка. Наприклад, пульсотаксометр класу точності 1,0, розрахований на вимірювання ЧСС у діапазоні до 200 уд./хв., може в нормальних умовах роботи вносити у вимірювання похибку, рівну  $200 \text{ уд./хв.} \cdot 0,01 = 2 \text{ уд./хв.}$

Відносні похибки, як правило, вимірюються у відсотках. При цьому знак абсолютної похибки не враховується: абсолютна похибка може бути і позитивною, і негативною, а відносна похибка завжди позитивна.

### ***Контрольні питання:***

1. Що таке одиниці вимірювання?
2. Перерахуйте основні методи спортивної метрології.
3. Наведіть приклади основних показників спортивної метрології.
4. Що таке шкала оцінок?

5. Які бувають шкали?
6. Перерахуйте об'єкти вимірювання спортивної метрології.

### **Література:**

1. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М., 1988.
2. Зациорский В. М. Кибернетика, математика, спорт / В. М. Зациорский. – М., 1979.
3. Коротков В. П. Основы метрологии и теория точности измерительных устройств / В. П. Коротков, Б. А. Тайц. – М., 1998.
4. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
5. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.

### **Тема № 2.**

#### **Статистичні методи обробки результатів вимірювання**

**Мета:** надати основні поняття про статистичні методи обробки результатів вимірювання.

**Опорні поняття:** методи, статистичні методи, вимірювання, вибірковий метод, кореляція, регресія.

#### **План:**

1. Метод середніх величин.
2. Функціональні та статистичні взаємозв'язки.
3. Кореляційне поле.
4. Оцінка тісноти взаємозв'язків.
5. Регресія.
6. Коефіцієнт кореляції Брауе–Пірсона.

#### **1. Метод середніх величин**

У даній лекції розглянуто методи обробки вихідної інформації, які отримані у процесі дослідження. Для того, щоб

правильно застосовувати ці методи та робити коректні висновки, необхідно розуміти роль статистики та значення наведених методів.

Статистика – це галузь знань, яка досліджує сукупності масових однорідних явищ. Особливість цих явищ полягає, з одного боку, в тому, що вони однорідні, а з іншого – відрізняються одне від одного кількісними показниками. Наприклад, досліджуючи велику групу спортсменів одного віку, статі, спортивної кваліфікації та стажу, необхідно виміряти величину максимального споживання кисню. У першому випадку ми одержимо масові однорідні показники, а в другому – індивідуальні показники, де кожний показник максимального споживання кисню відповідає конкретному спортсменові та відрізняється один від одного.

Таким чином, об'єктом дослідження статистики будуть масові однорідні явища, які відрізняються одне від одного, чи варіюють за одиничним показником.

Предметом дослідження статистики є оцінки статистичних сукупностей, де застосовують спеціальні математико-статистичні методи, які мають певну мету при обробці своїх результатів, а саме: вимірювання масових статистичних сукупностей замінюються такими показниками, від застосування яких не відбувається чи майже не відбувається втрата вихідної інформації. Таким чином, більші сукупності чисел замінюються декількома параметрами, які несуть у собі всю вихідну інформацію.

Скорочення інформації до доступних для огляду розмірів дозволяє проаналізувати досліджуване явище та дати йому адекватну оцінку, що неможливо здійснити при розгляді всієї статистичної сукупності. Крім того, виявлення параметрів сукупності в ряді випадків дозволяє встановити природну закономірність оцінки вихідних даних як у частині її конкретного аналізу, так і при її порівнянні з іншими сукупностями.

Всі ці міркування мають місце в практиці спортивних досліджень. За рідкісним винятком, дослідження у фізичній

культури та спорті засновані на спостереженнях, експерименті та тестуванні. Значна частина наукових методів базується на результатах вимірювання великих груп спортсменів. Так, споконвічна практика фізичної культури та спорту має у своєму розпорядженні вихідні дані у вигляді статистичної сукупності, де її одиничні показники відображають досягнення конкретного спортсмена, а їх варіювання свідчить про індивідуальну відмінність спортсменів за вимірюваним показником.

Отже, спортивна статистика – це наука про масові однорідні явища в практиці фізичної культури та спорту.

Найпопулярнішим методом статистики в практиці фізичної культури та спорту є *метод середніх величин*, який складається із трьох основних етапів: 1) створення варіаційних рядів на базі вихідної статистичної сукупності; 2) визначення параметрів варіаційних рядів, які характеризують сукупність без втрат інформації; 3) практична реалізація знайдених параметрів.

Статистичні сукупності передбачають великі масиви чисел: чим більше вихідних даних, тим точніший кінцевий результат. У принципі, практичні сукупності мають обсяги від 30 до 200 од. Однак у практиці спорту є свої особливості.

По-перше, на практиці в певних видах спорту чемпіонів буває обмежена кількість (8–10 осіб). У цьому випадку використовують статистичні методи на малих сукупностях, справедливо думаючи, що краще встановити закономірність на малій сукупності, ніж узагалі її не мати.

По-друге, у практиці спорту не тільки спортсмени, але й самі явища бувають унікальними, тому сукупності можуть бути малими. Як би там не було, але принцип дії методу середніх величин залишається однаковим і для великих, і для малих сукупностей.

Отримана на практиці та представлена вище група безсистемних чисел повинна бути перетворена в систему, тобто сукупність зв'язаних між собою показників, характеристики якої дадуть уявлення про всю систему, а разом з тим – і про групу вихідних даних.

З метою одержання такої системи здійсимо операцію ранжирування.

**Ранжирування** – це операція розташування чисел у порядку або збільшення, або зменшення.

**Варіаційний ряд** – це подвійний стовпчик (рядок) ранжированих чисел, де ліворуч стоїть показник – варіанта, а праворуч – його кількість – частота.

Сума частот називається обсягом сукупності, тобто загальним числом варіант. Сума всіх частот і є обсягом сукупності.

**Середня арифметична** величина  $\bar{x}$  – показник середнього рівня, самого типового та характерного для всього ряду – визначається за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{де, } \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n.$$

Символ  $\sum_{i=1}^n x_i$  позначає суму всіх значень  $x_i$ , коли  $i$  набуває значення від 1 до  $n$ .  $\sum$  – це знак додавання, внизу та вгорі якого вказують межі додавання («від» – «до»), а за знаком  $x_i$  – один із членів послідовності, який підлягає додаванню; індекс  $i$  називається індексом додавання.

**Дисперсія**  $\sigma^2$  вказує на варіювання, тобто розсіювання вихідних даних щодо середньої арифметичної величини (у квадраті).

Дисперсія визначається за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}$$

Якщо число вимірювань не більше 30, тобто  $n \leq 30$ , використовується формула:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

Ці формули застосовуються, коли результати представлені неупорядкованою (звичайною) вибіркою.

З характеристик коливання найчастіше використовується середнє квадратичне відхилення, яке визначається як позитивне значення кореня квадратного зі значення дисперсії, тобто:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

**Середнє квадратичне відхилення** (стандартне відхилення) має ті ж одиниці вимірювання, що й результати вимірювання, тобто характеризує ступінь відхилення результатів від середнього значення в абсолютних одиницях. Однак для порівняння коливання двох і більше сукупностей, які мають різні одиниці вимірювання, ця характеристика не придатна. Для цього використовується коефіцієнт варіації.

**Коефіцієнт варіації** визначається як відношення середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного, яке виражається у відсотках. Обчислюється він за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

У спортивній практиці коливання результатів від 0 до 10% вимірювань, залежно від величини коефіцієнта варіації, вважають невеликим, від 11 до 15 % – середнім, і більше 15% – великим.

Стандартна похибка середньої арифметичної або помилка репрезентативності обчислюється за формулою:

$$m \text{ або } S_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

де,  $\sigma$  – стандартне відхилення результатів вимірювання,  $n$  – обсяг вибірки.

## 2. Функціональний і статистичний взаємозв'язки

У спортивних дослідженнях між досліджуваними показниками часто виявляється взаємозв'язок. Його вигляд буває різним. Наприклад, визначення прискорення за відомими даними швидкості в біомеханіці, закон Фехнера в психології, закон Хілла у фізіології та інші характеризують так званий функціональний взаємозв'язок, або залежність, при якій кожному значенню одного показника відповідає суворо певне значення іншого.

До іншого виду взаємозв'язку відносять, наприклад, залежність маси від довжини тіла. Одному значенню довжини тіла може відповідати кілька значень маси та навпаки. У таких випадках, коли одному значенню одного показника відповідають кілька значень іншого, взаємозв'язок називають статистичним.

Вивченню статистичних взаємозв'язків між різними показниками в спортивних дослідженнях приділяють велику увагу, оскільки це дозволяє розкрити деякі закономірності та надалі описати їх як словесно, так і математично з метою використання в практичній роботі тренера й педагога.

Серед статистичних взаємозв'язків найбільш важливими є кореляційні (від лат. *correlatio* – співвідношення, відповідність). Кореляція полягає в тому, що середня величина одного показника змінюється залежно від значення іншого. Статистичний метод, який використовується для дослідження взаємозв'язків, називається кореляційним аналізом. Його основним завданням є визначення форми тісноти та спрямованості досліджуваних показників. Кореляційний аналіз дозволяє досліджувати тільки статистичний взаємозв'язок. Він широко використовується в теорії тестів для оцінки надійності й інформативності. Різні шкали вимірювання, як буде показано далі, вимагають різних варіантів кореляційного аналізу.

### 3. Кореляційне поле

Аналіз взаємозв'язків починається із графічного подання результатів вимірювання у прямокутній системі координат. Припустимо, що в шести випробуваних зареєстрований такий показник, як кількість підтягувань на перекладині, до початку підготовчого періоду тренування (X) і після його закінчення (Y). Запишемо результат вимірювань.

Для цих результатів побудуємо графік, на осі абсцис якого відкладемо результати X, а на осі ординат – результати Y. Таким чином, кожна пара результатів у прямокутній системі координат буде відображатися крапкою (рис. 2.1).

Така графічна залежність називається діаграмою розсіювання чи кореляційним полем. Візуальний аналіз графіка дозволяє виявити форму залежності (принаймні зробити припущення). У даному випадку ця форма близька до звичайної геометричної фігури – еліпса. Таку правильну форма ми будемо називати лінійною залежністю або лінійною формою взаємозв'язку.

Однак на практиці можна зустріти й іншу форму взаємозв'язку (наприклад, рис. 2.2). Ця залежність, експериментально отримана при подачах у тенісі, є характерною для нелінійної форми взаємозв'язку, чи нелінійної залежності.

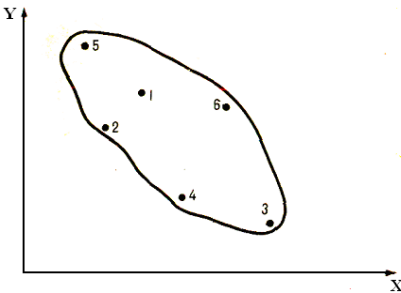


Рис. 2.1. Кореляційне поле (лінійна залежність)

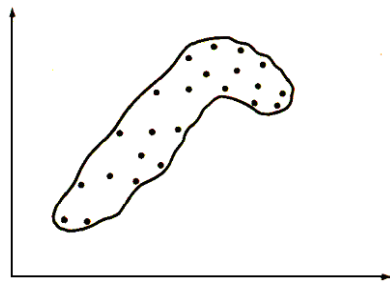


Рис. 2.2. Кореляційне поле (нелінійна залежність):  
по абсцисі – швидкість ракетки,  
по ординаті – швидкість вильоту м'яча



Таким чином, візуальний аналіз кореляційного поля дозволяє виявити форму статистичної залежності – лінійну чи нелінійну. Це має суттєве значення для наступного кроку в аналізі – вибору й обчислення відповідного коефіцієнта кореляції.

#### **4. Оцінка тісноти взаємозв'язку**

Для оцінки тісноти взаємозв'язку в кореляційному аналізі використовується значення (абсолютна величина) спеціального показника – коефіцієнта кореляції. Абсолютне значення будь-якого коефіцієнта кореляції лежить у межах від 0 до 1. Пояснюють (інтерпретують) значення цього коефіцієнта в такий спосіб:

– коефіцієнт кореляції = 1 (функціональний взаємозв'язок, тому що значенню одного показника відповідає тільки одне значення іншого показника й тому ніякої варіації на діаграмі розсіювання не спостерігається);

– коефіцієнт кореляції = 0,99–0,7 (сильний статистичний взаємозв'язок);

– коефіцієнт кореляції = 0,69–0,5 (середній статистичний взаємозв'язок);

– коефіцієнт кореляції = 0,49–0,2 (слабкий статистичний взаємозв'язок);

– коефіцієнт кореляції = 0,19–0,09 (дуже слабкий статистичний взаємозв'язок);

– коефіцієнт кореляції = 0 (кореляції немає).

На рис. 2.3 і 2.4 наведені приклади двох різних залежностей.

Таким чином, значення (абсолютна величина) коефіцієнта кореляції, змінюючись у межах від 0 до 1, дозволяє оцінювати тісноту взаємозв'язку та спрямованість взаємозв'язку.

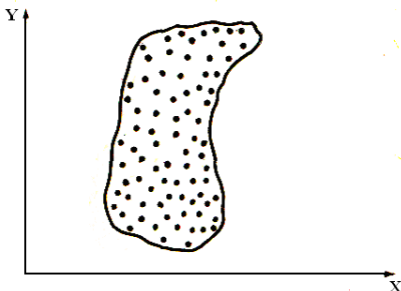


Рис. 2.3. Залежність між становою силою та результатом у штовханні ядра ( $n = 80$ ).

Приклад дуже слабкої кореляційної залежності.  
Коефіцієнт кореляції = 0,09.  
По абсцисі – станова сила,  
по ординаті – результат штовхання ядра

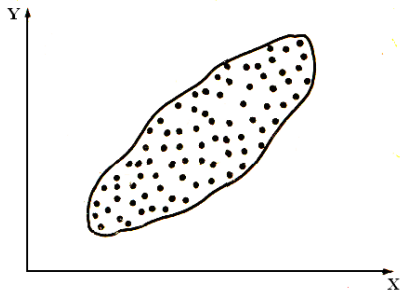


Рис. 2.4. Залежність між результатами в штовханні ядра різної ваги ( $n = 80$ ).

Приклад сильної кореляційної залежності.  
Коефіцієнт кореляції = 0,892.  
По абсцисі – результат штовхання ядра 5 кг,  
по ординаті – результат штовхання ядра 3 кг.

## 5. Регресія

У практичних дослідженнях виникає необхідність апроксимувати (приблизно описати) діаграму розсіювання математичним рівнянням.

Для лінійної залежності це зробити просто: кореляційний еліпс можна замінити прямою лінією. У прямокутній системі координат рівняння прямої лінії записується у вигляді:

$$\bar{y} = A + B \cdot x$$

Це математичне вираження кореляційної залежності називається рівнянням регресії. Коефіцієнти  $A$  і  $B$  називаються параметрами рівняння регресії,  $A$  визначає відрізок, який відтинається прямою лінією на осі  $Y$ ,  $B$  – зміна  $Y$  при зміні  $X$  на одиницю й називається також коефіцієнтом регресії.

Рівняння регресії тим краще описує залежність, чим менше розсіювання діаграми та чим більше тіснота взаємозв'язку. Рівняння прямої лінії придатне для опису тільки лінійних

залежностей. У випадку нелінійних залежностей математичний запис може відображатися рівняннями параболи, гіперболи та ін.

На закінчення необхідно зробити одне важливе зауваження про значення показників, які характеризують взаємозв'язок ознак (коефіцієнтів кореляції, регресії та т.п.). Усі вони дають лише кількісну міру зв'язку, але не інформують про причини залежності. Визначити ці причини – справа самого дослідника.

## 6. Коефіцієнт кореляції Браве–Пірсона

Розглянемо прямолінійну кореляцію, відображувану коефіцієнтом кореляції. Для відображення прямолінійного кореляційного зв'язку двох ознак  $x_i$  і  $y_i$ , виражених в абсолютних одиницях, використовують парний коефіцієнт кореляції Браве–Пірсона, який визначається за наступною формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X}) \cdot (y_i - \bar{Y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції між ознаками  $x$  і  $y$ ;  $x_i, y_i$  – значення спостережуваних величин  $x$  і  $y$ ;  $\bar{x}$  і  $\bar{y}$  – середні арифметичні значення ознак показників  $x$  і  $y$ ,  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  – середні квадратичні відхилення,  $n$  – кількість вимірювань (випробуваних).

Властивість коефіцієнта кореляції в тому, що він не перевищує одиниці. Таким чином:  $-1 < r < 1$ .

Якщо взяти до уваги абсолютне значення  $r$ , тобто без урахування знака, його можливі значення можуть розміщуватися в інтервалі  $0 \leq r \leq 1$ .

Цей інтервал дозволяє дослідникові орієнтуватися за тісністю взаємозв'язку: чим ближче розрахунковий коефіцієнт до одиниці, тим тісніше корелюють ознаки; чим ближче до нуля, тим менше взаємозв'язок.

У практиці фізичної культури та спорту умовно прийняті наступні інтервали:

$0 \leq r \leq 0,3$  – зв’язок слабкий;

$0,3 \leq r \leq 0,7$  – зв’язок середній;

$0,7 \leq r \leq 1$  – зв’язок тісний.

Крім того, при розрахунку взаємозв’язку й оцінки показників спортсменів високої кваліфікації тренувальних впливів тісна кореляція може становити 0,85 і більше. За знаком коефіцієнта кореляції визначається, яка кореляція – позитивна чи негативна.

У формулі (1) наведено значення спостережуваних величин  $x_i$  і  $y_i$ . Їхній індекс вказує на те, що вони являють собою варіюючу ознаку. Отже, для практичних розрахунків усі вихідні дані повинні бути представлені таблично, а послідовність виконання дій, відображених у формулі, виражена у таблиці.

### ***Контрольні питання:***

1. Перерахуйте характеристики положення та розсіювання.
2. У чому відмінність функціонального взаємозв’язку від кореляційного?
3. Що являє собою діаграма розсіювання?
4. Для чого розраховується рівняння регресії?
5. Як визначається тіснота взаємозв’язку між двома показниками?
6. Назвіть різновиди коефіцієнтів кореляції.

### ***Література:***

1. Вайнберг Дж. Статистика / Дж. Вайнберг, Дж. Шумекер. – М., 1979.
2. Годик М. А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М. А. Годик. – М., 1990.
3. Иберла К. Факторный анализ : пер с англ. / К. Иберла. – М., 1980.

4. Колемаев В. А. Теория вероятностей и математическая статистика / В. А. Колемаев, О. В. Староверов, В. Б. Турундаевский. – М., 1991.
5. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей / А. Н. Колмогоров. – М., 1994.

### Тема № 3.

## Математичні основи теорії тестів.

### Основи теорії оцінок

**Мета:** Надати інформацію про математичні основи теорії тестів та основи теорії оцінок.

**Опорні поняття:** тести, інформативність, надійність, шкала оцінювання, норма оцінювання.

### План:

1. Основні поняття теорії тестів. Надійність тестів.
2. Інформативність тестів.
3. Методи оцінювання тестів.
4. Комплексні тести.
5. Проблема оцінювання у спорті.
6. Шкали оцінювання.
7. Норми оцінювання.

### 1. Основні поняття теорії тестів

Тестування (від англ. *test* – проба, випробування, дослідження) – це спосіб вимірювання властивостей (психофізіологічних, фізичних і т.д.), які не мають числового вираження. Таким чином, властивості, які піддаються тестуванню, вимірюються непрямим шляхом.

Здібності людини, її творчий потенціал, психічні особливості, моральні якості, тренованість, спеціальна працездатність і багато інші якостей безпосереднього не вимірюються. У цих випадках для оцінки подібних властивостей користуються тестами.

У практиці фізичної культури та спорту тестування використовується для контролю за станом спортсмена, тобто проводиться систематична оцінка рівня тренуваності випробуваного.

У фізичній культурі та спорті застосовуються два види тестування: 1) тестування дітей з метою оцінювання рівня їх фізичної підготовленості; 2) тестування спортсменів при відборі на певний вид спортивної діяльності. Тестуються також різні немоторні властивості: швидкість переробки інформації, здібності до комбінації тактичних прийомів, варіації техніки та ін.

Існує два принципово різні підходи до тестування як до наукового методу. Ці підходи найчастіше називають європейським і американським тестуванням.

Надійністю тестів називається ступінь збігу результатів при повторному тестуванні тих самих людей в однакових умовах. Цілком зрозуміло, що повний збіг результатів при повторних вимірюваннях практично неможливий.

Варіацію результатів при повторних вимірюваннях називають внутрішньо-індивідуальною, внутрігруповою чи внутрішньокласовою. Основними причинами такої варіації результатів тестування, яка спотворює оцінку дійсного стану підготовленості спортсмена, тобто вносить певну помилку чи погрішність у цю оцінку, є наступні обставини:

1) випадкові зміни стану випробуваних у процесі тестування (психологічний стрес, звикання, стомлення, зміна мотивації до виконання тесту, зміна концентрації уваги, нестабільність вихідного положення та інших умов процедури вимірювання при тестуванні);

2) неконтрольовані зміни зовнішнього середовища (температура, вологість, вітер, сонячна радіація, присутність сторонніх осіб і т.п.);

3) нестабільність метрологічних характеристик технічних засобів вимірювання, які використовуються при тестуванні. Нестабільність може викликатися декількома причинами,

зумовленими недосконалістю застосовуваних технічних засобів вимірювання: погрішністю результатів вимірювання через зміни напруги мережі, нестабільністю характеристик електронних вимірювальних приладів і датчиків при змінах температури, вологості, наявності електромагнітних перешкод і т.п. Слід зазначити, що з цієї причини погрішності вимірювання можуть становити значні величини;

4) зміни стану експериментатора (оператора, тренера, педагога, судді), який здійснює чи оцінює результати тестування, і заміна одного експериментатора іншим;

5) недосконалість тесту для оцінювання певної якості чи конкретного показника підготовленості.

Для визначення коефіцієнта надійності тесту існують спеціальні математичні формули.

Тести, надійність яких менша значення 0,60 (табл. 2.4) використовувати не рекомендується.

*Таблиця 2.4*

### **Градація рівнів надійності тестів**

<b>Значення коефіцієнтів</b>	<b>Надійність</b>
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

Що стосується надійності тестів, розрізняють їх стабільність (відтворюваність), узгодженість й еквівалентність.

Під стабільністю тесту розуміють відтворюваність результатів при його повторенні через певний час в однакових умовах. Повторне тестування зазвичай називають ретестом. Стабільність тесту залежить від наступних компонентів:

- виду тесту;
- контингенту випробуваних;
- тимчасового інтервалу між тестом і ретестом.

Для кількісної оцінки стабільності використовується дисперсійний аналіз за тією ж схемою, що й у випадку розрахунку звичайної надійності.

Узгодженість тесту характеризується незалежністю результатів тестування від індивідуальних якостей особи, яка проводить або оцінює тест. Якщо результати спортсменів у тесті, який проводять різні фахівці (експерти, судді), збігаються, то це свідчить про високий ступінь узгодженості тесту. Ця властивість залежить від збігу методик тестування у різних фахівців.

Коли створюється новий тест, обов'язково потрібно перевірити його на узгодженість. Робиться це так: розробляється уніфікована методика проведення тесту, а потім два чи більше фахівців по чергово в стандартних умовах тестують тих самих спортсменів.

*Еквівалентність тестів.* Ту саму рухову якість (здібність, сторону підготовленості) можна виміряти за допомогою декількох тестів. Наприклад, максимальну швидкість – за результатами пробігання з ходу відрізків по 10, 20 або 30 м. Силову витривалість – за кількістю підтягувань на перекладині, згинання та розгинання рук в упорі лежачи, кількості підйомів штанги в положенні лежачи на спині та ін.

Еквівалентність тестів визначається таким способом: спортсмени виконують один різновид тесту, а потім після невеликого відпочинку – інший тест і т.д.

Якщо результати оцінювання збігаються (наприклад, кращі в підтягуванні виявляються кращими й у віджиманні), то це свідчить про еквівалентність тестів. Коефіцієнт еквівалентності визначається за допомогою кореляційного чи дисперсійного аналізу.

Застосування еквівалентних тестів підвищує надійність оцінювання контрольованих властивостей моторики спортсменів. Тому якщо потрібно провести поглиблене обстеження, то краще застосувати кілька еквівалентних тестів. Такий комплекс називається гомогенним. У всіх інших випадках



краще використовувати гетерогенні комплекси: вони складаються з нееквівалентних тестів.

Не існує універсальних гомогенних або гетерогенних комплексів. Так, наприклад, для слабо підготовлених людей такий комплекс, як біг на 100 і 800 м, стрибок у довжину з місця, підтягування на перекладині, буде гомогенним. Для спортсменів високої кваліфікації він може виявитися гетерогенним.

Надійність тестів може бути підвищена до певного ступеня таким чином:

- більш суворою стандартизацією тестування;
- збільшенням кількості спроб;
- збільшенням кількості оцінювачів (суддів, експертів) і підвищення узгодженості їх думки;
- збільшенням кількості еквівалентних тестів;
- кращою мотивацією випробуваних;
- метрологічно обґрунтованим вибором технічних засобів вимірювання, які забезпечують задану точність вимірювання у процесі тестування.

### **3. Інформативність тестів**

Інформативність тесту – це ступінь точності, з якою він вимірює властивість (якість, здатність, характеристику та т.п.), для оцінки якої використовується. У літературі до 1980 р. замість терміна «інформативність» застосовувався адекватний йому термін «валідність».

У наш час інформативність розділяють (класифікують) на кілька видів.

Так, зокрема, якщо тест використовується для визначення стану спортсмена в момент обстеження, то говорять про діагностичну інформативність. Якщо ж на основі результатів тестування прагнуть зробити висновок про можливі майбутні показники спортсмена, тест повинен мати прогностичну інформативність. Тест може бути діагностично інформативним, а прогностично ні, та навпаки.

Ступінь інформативності може характеризуватися кількісно – на основі дослідних даних (так звана емпірична інформативність) і якісно – на основі змістовного аналізу ситуації (змістовна чи логічна інформативність). У цьому випадку тест називають змістовно, або логічно, інформативним на основі думок експертів-фахівців.

Факторна інформативність – одна з розповсюджених моделей теоретичної інформативності. Інформативність тестів стосовно прихованого критерію, який штучно складається з їх результатів, визначається на основі показників батареї тестів за допомогою факторного аналізу.

Факторна інформативність пов'язана з поняттям розмірності тестів у тому розумінні, що кількість факторів вимушено визначає й кількість прихованих критеріїв. При цьому розмірність тестів залежить не тільки від кількості оцінюваних рухових здібностей, але й від інших властивостей моторного тесту. Коли цей вплив можна частково виключити, то факторна інформативність залишається рухливим модельним наближенням теоретичної чи конструкційної інформативності, тобто валідності моторних тестів до рухових здібностей.

Просту чи складну інформативність розрізняють за кількістю тестів, для яких обрано критерій, тобто для одного чи двох і більше тестів. З питаннями взаємного відношення простої та складної інформативності тісно пов'язані наступні три види інформативності. Чиста інформативність виражає ступінь підвищення складної інформативності батареї тестів, коли даний тест включають у батарею тестів більш високого порядку. Параморфна інформативність виражає внутрішню інформативність тесту в рамках прогнозу обдарованості до певної діяльності. Вона визначається фахівцями-експертами з урахуванням професійної оцінки обдарованості. Її можна визначити як приховану (для фахівців – «інтуїтивну») інформативність окремих тестів.

Очевидна інформативність у значній мірі пов'язана зі змістовною та показує, наскільки очевидним є зміст тестів для

тестованих осіб. Вона пов'язана з мотивацією випробуваних. Інформативність внутрішня чи зовнішня виникає залежно від того, чи визначається інформативність тесту на основі порівняння з результатами інших тестів або на основі критерію, який стосовно даної батареї тестів є зовнішнім.

Абсолютна інформативність стосується визначення одного критерію в абсолютному розумінні, без залучення будь-яких інших критеріїв.

Диференціальна інформативність характеризує взаємні відмінності між двома чи більше критеріями. Наприклад, при виборі спортивних талантів може зустрітися ситуація коли тестований проявляє здібності за двома різними спортивними видами. При цьому постає питання, до якого з цих двох видів він більше здібний.

Відповідно до тимчасового інтервалу між вимірюванням (тестуванням) і визначенням результатів критерію розрізняють два види інформативності – синхронну й діахронну. Діахронна інформативність, або інформативність до неодночасних критеріїв, може мати дві форми. Однією з них є випадок, коли критерій вимірювався б раніше, ніж тест – ретроспективна інформативність.

Якщо говорити про оцінку підготовленості спортсменів, то найбільш інформативним показником є результат у змагальній вправі. Однак він залежить від великої кількості факторів, і той самий результат у змагальній вправі можуть показувати люди, які помітно відрізняються за структурою підготовленості. Наприклад, спортсмен з відмінною технікою плавання й відносно невисокою фізичною працездатністю та спортсмен із середньою технікою, але з високою працездатністю будуть змагатися однаково успішно (за інших рівних умов).

Для виявлення провідних факторів, від яких залежить результат у змагальній вправі, й використовуються інформативні тести. Але як встановити міру інформативності кожного з них? Наприклад, які з перерахованих тестів інформативні

при оцінюванні підготовленості тенісистів: час простої реакції, час реакції вибору, стрибок угору з місця, біг на 60 м? Для відповіді на ці питання необхідно знати методи визначення інформативності. Їх два: логічний (змістовний) і емпіричний.

*Логічний метод визначення інформативності тестів.* Суть цього методу визначення інформативності полягає в логічному (якісному) порівнянні біомеханічних, фізіологічних, психологічних та інших характеристик критерію й тестів.

Припустимо, що необхідно підібрати тести для оцінювання підготовленості висококваліфікованих бігунів на 400 м. Розрахунки показують, що в цій вправі при результаті 45 % із приблизно 72% енергії поставляється за рахунок анаеробних механізмів енергопродукції та 28 % – за рахунок аеробних. Отже, більш інформативними будуть тести, які дозволяють виявити рівень і структуру анаеробних можливостей бігуна: біг на відрізках 200–300 м з максимальною швидкістю, стрибки з ноги на ногу в максимальному темпі на дистанції 100–200 м, повторний біг на відрізках до 50 м з дуже короткими інтервалами відпочинку. Як показують клініко-біохімічні дослідження, за результатами цих вправ можна судити про потужність і ємність анаеробних джерел енергії й, отже, їх можна використовувати в якості інформативних тестів.

Наведений вище простий приклад має обмежене значення, тому що в циклічних видах спорту логічна інформативність може бути перевірена експериментально. Найчастіше логічний метод визначення інформативності використовується в таких видах спорту, де немає чіткого кількісного критерію. Наприклад, у спортивних іграх логічний аналіз фрагментів гри дозволяє спочатку сконструювати специфічний тест, а потім перевірити його інформативність.

*Емпіричний метод визначення інформативності тестів при наявності вимірюваного критерію.* Раніше говорилося про важливість використання одиничного логічного аналізу для попереднього оцінювання інформативності тестів. Ця процедура дозволяє відсіяти завідомо неінформативні тести,

структура яких мало відповідає структурі основної діяльності спортсменів. Інші тести, змістовна інформативність яких визнана високою, повинні пройти додаткову емпіричну перевірку. Для цього результати тесту порівнюють з одним із критеріїв, у якості яких зазвичай використовують:

- 1) результат у змагальній вправі;
- 2) найбільш значимі елементи змагальних вправ;
- 3) результати тестів, інформативність яких для спортсменів даної кваліфікації була встановлена раніше;
- 4) суму очок, набрану спортсменом при виконанні комплексу тестів;
- 5) кваліфікацію спортсменів.

При використанні перших чотирьох критеріїв загальна схема визначення інформативності тесту наступна.

1. Вимірюються кількісні значення критеріїв. Для цього необов'язково проводити спеціальні змагання. Можна, наприклад, використовувати результати попередніх змагань. Важливо тільки, щоб змагання та тестування не були розділені тривалим проміжком часу.

Якщо в якості критерію передбачається використовувати якийсь елемент змагальної вправи, необхідно, щоб він був найбільш інформативним.

Розглянемо методику визначення інформативності показників змагальної вправи на наступному прикладі.

На чемпіонаті країни з лижних гонок на дистанції 15 км на підйомі під кутом  $7^\circ$  реєстрували довжину кроків і швидкість бігу. Отримані значення порівняли із місцем, зайнятим спортсменом на змаганнях (табл. 2.5).

Візуальне оцінювання ранжируваних рядів вказує, що високі результати на змаганнях досягли спортсмени з більшою швидкістю на підйомі та з більшою довжиною кроку. Розрахунок рангових коефіцієнтів кореляції підтверджує це: між місцем на змаганнях і довжиною кроку  $r = 0,88$ ; між місцем на змаганнях і швидкістю на підйомі –  $0,86$ . Отже, обидва ці показники мають високу інформативність.

Таблиця 2.5

**Співвідношення результатів в лижній гонці  
на 15 км. до довжини кроків і швидкості на підйомі**

Довжина кроку, м	Швидкість, м·с <sup>-1</sup>	Зайняте місце в гонці	Ранги		Довжина кроку, м	Швидкість, м·с <sup>-1</sup>	Зайняте місце в гонці	Ранги	
			довжини кроків	швидкості				довжини кроків	швидкості
2,19	3,84	4-е	2	2	2,05	3,79	3-е	5	4
2,02	3,73	7-е	7	6	2,17	3,81	2-е	3	3
2,20	3,93	1-е	1	1	2,02	3,73	6-е	6	5
2,07	3,63	5-е	4	7	1,89	3,57	8-е	8	8

Необхідно відзначити, що їх значення також взаємозалежні:  $r = 0,86$ .

Виходить, довжина кроку та швидкість бігу на підйомі – еквівалентні тести й для контролю змагальної діяльності лижників можна використовувати кожен з них.

2. Наступний крок – проведення тестування й оцінювання його результатів.

3. Останній етап роботи – обчислення коефіцієнтів кореляції між значеннями критерію та тестів. Отримані в ході розрахунків найбільші коефіцієнти кореляції будуть указувати на високу інформативність тестів.

*Емпіричний метод визначення інформативності тестів при відсутності одиначного критерію.* Ця ситуація найбільш типова для масової фізичної культури, де одиначного критерію чи немає, чи форма його представлення не дозволяє використовувати описані вище методи для визначення інформативності тестів. Припустимо, що нам необхідно скласти комплекс тестів для контролю за фізичною підготовленістю студентів. З обліком того, що студентів у країні кілька мільйонів і такий контроль повинен бути масовим, до тестів пред'являються певні вимоги: вони повинні бути прості за технікою, виконуватися в найпростіших умовах і мати нескладну й об'єктивну систему вимірювання. Таких тестів сотні, але потрібно вибрати найбільш інформативні.

Зробити це можна в такий спосіб: 1) відібрати кілька десятків тестів, змістовна інформативність яких безперечна; 2) оцінити рівень розвитку фізичних якостей групи студентів; 3) обробити отримані результати на ПК, використовуючи для цього факторний аналіз.

В основі цього методу лежить положення про те, що результати множини тестів залежать від порівняно невеликої кількості причин, які для зручності названі факторами. Наприклад, результати в стрибку в довжину з місця, метанні гранати, підтягуванні, жимі штанги граничної ваги, у бігу на 100 і 5000 м залежать від витривалості, силових і швидкісних якостей. Однак внесок цих якостей у результат кожної із вправ неоднаковий. Так, результат бігу на 100 м дуже залежить від швидко-силових здібностей і трохи – від витривалості, жим штанги – від максимальної сили, підтягування – від силової витривалості і т.д.

Крім того, результати деяких із цих тестів взаємозалежні, тому що в їх основі лежить прояв тих самих здібностей. Факторний же аналіз дозволяє, по-перше, згрупувати тести, які мають загальну якісну основу, і, по-друге (і це найголовніше), визначити їх питому вагу в цій групі. Тести з найбільшою факторною вагою вважаються самими інформативними.

Один з кращих прикладів використання такого підходу представлено в роботі В. М. Заціорського та Н. В. Аверковича. Було обстежено 108 студентів по 15 тестах. За допомогою факторного аналізу вдалося виявити три найважливіших для цієї групи випробуваних фактори: 1) сила м'язів верхніх кінцівок; 2) сила м'язів нижніх кінцівок; 3) сила м'язів черевного преса та згиначів стегна. По першому фактору найбільшу вагу мав тест – згинання та розгинання рук в упорі лежачи, по другому – стрибок у довжину з місця, по третьому – піднімання прямих ніг у висі та піднімання тулуба в сід з положення лежачи на спині протягом 1 хвилини. Ці чотири тести з 15 обстежених і були найбільш інформативними.

При оцінюванні інформативності конкретного тесту необхідно враховувати фактори, які значною мірою впливають на величину коефіцієнта інформативності.

#### 4. Методи оцінювання тестів

Для визначення надійності тесту застосовуються наступні методи: кореляційний аналіз (при наявності тільки двох спроб) і дисперсійний аналіз (більше двох спроб) з обчисленням внутрішньокласового коефіцієнта кореляції. Крім того, необхідно відзначити те, що розрізняють наступні різновиди тестів: стабільність, узгодженість і еквівалентність. Стабільність тесту проявляється в ступені збігу результатів тестування, коли перше та наступні вимірювання розділені певним інтервалом часу. Узгодженість тесту виражається в незалежності результатів тестування від особи, яка проводить тест. Еквівалентність тестів виражається в тому, що ряд різних тестів може мати спільне завдання.

У ході дисперсійного аналізу при оцінюванні надійності тесту розраховується значення загальної варіації за формулою:

$$Q_{заг} = \sum \sum x^2 - \frac{(\sum \sum x_{спр})^2}{nK}$$

Значення міжгрупової варіації за формулою:

$$Q_{між} = \frac{\sum (\sum x_{стол})^2}{n} - \frac{(\sum \sum x_{спр})^2}{nK}$$

Значення внутрігрупової варіації за формулою:

$$Q_{внутр} = \frac{\sum (\sum x_{спр})^2}{K} - \frac{(\sum \sum x_{спр})^2}{nK}$$

Значення залишкової варіації за формулою:

$$Q_{залиш} = Q_{заг} - Q_{між} - Q_{внутр}$$

Загальна дисперсія за формулою:

$$\sigma_{заг}^2 = \frac{Q_{заг}}{N-1}$$

Міжгрупова дисперсія за формулою:



$$\sigma_{між}^2 = \frac{Q_{між}}{K-1}$$

Внутрігрупова дисперсія за формулою:

$$\sigma_{внутр}^2 = \frac{Q_{внутр}}{n-1}$$

Залишкова дисперсія за формулою:

$$\sigma_{залиш}^2 = \frac{Q_{залиш}}{(n-1)(K-1)}$$

Для перевірки гіпотези розраховується значення F-критерію за формулою:

$$F = \frac{\sigma_{між}^2}{\sigma_{залиш}^2}$$

Вплив досліджуваного фактору на результат визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{між}}{Q_{заг}}$$

Далі розраховується спільна дисперсія для варіації між досліджуваними у групі і залишкової варіації:

$$\sigma_{спільна}^2 = \frac{Q_{між} + Q_{залиш}}{(K-1) + (n-1)(K-1)}$$

Після цього можна розраховувати внутрішньокласовий коефіцієнт кореляції (коефіцієнт надійності):

$$\tilde{\eta} = \frac{\sigma_{внутр}^2 - \sigma_{сов}^2}{\sigma_{внутр}^2 + \left(\frac{K}{K'} - 1\right)\sigma_{сов}^2}$$

Інформативність можна визначити логічно й емпірично. Емпіричний метод визначення інформативності полягає в порівнянні результатів тестування із критерієм. Тобто між ними розраховується коефіцієнт кореляції, який у цьому випадку буде називатися коефіцієнтом інформативності та розраховується за формулою:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y}$$

Для розрахунку якої спочатку необхідно розрахувати середні арифметичні значення обох показників:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n-1}}$$

Вірогідність коефіцієнта кореляції визначається за формулою:

$$t_{\text{розрах}} = r \frac{\sqrt{n-1}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Отримане значення порівнюють зі значенням t-критерію, отриманим за таблицею для  $n = 10$  і  $\leq 0,05$ .

У якості критерію береться показник, який завідомо й безперечно відображає ту властивість, яку збираються вимірювати тестом. Критерієм може служити спортивний результат, найбільш значимий елемент змагальної вправи, кваліфікація спортсмена і т.д.

## 5. Комплексні тести

Найчастіше використовується не один, а кілька тестів, які мають єдину кінцеву мету (наприклад, оцінити стан спортсменів у змагальному періоді тренування). Така група тестів називається комплексом або батареєю тестів.

Якщо для оцінювання певної якості використовується серія однотипних тестів, може бути використаний так званий

метод паралельних форм, коли випробуваному пропонують виконати два різновиди того самого тесту й потім оцінюють ступінь збігу результатів. Розрахований між результатами тестування коефіцієнт кореляції називають коефіцієнтом еквівалентності.

Якщо всі тести, які входять до певного комплексу тестів, високоеквівалентні, він називається гомогенним. Тобто тести, що входять у такий комплекс, спрямовані на вивчення якої-небудь властивості. І навпаки, якщо в комплексі немає еквівалентних тестів, то всі тести, які входять до нього, вимірюють різні властивості й такий комплекс називається гетерогенним.

## **6. Проблема оцінювання у спорті**

Спортивні досягнення, як правило, виражаються в абсолютних числах (метр, секунда, кілограм і т.д.). Для того щоб мати можливість порівняти між собою показники різних спортсменів або оцінити сумарний результат одного спортсмена по різних видах спорту (наприклад, у багатоборстві), такі показники переводять у відносні числа (очки, бали та ін.). Процес переведення абсолютних величин у відносні називається оцінюванням, а отримані відносні числа – оцінками.

Розрізняють навчальні оцінки, які виставляє викладач учням під час навчального процесу, та кваліфікаційні, під якими розуміють усі інші види оцінок. Великої різниці між навчальними та кваліфікаційними оцінками немає, однак процедура кваліфікаційного оцінювання є більш складною.

Кваліфікаційне оцінювання проводять двома етапами. Спочатку спортивні результати перетворюють на основі шкал оцінок в очки. Потім порівнюють набрані очки з установленими нормами й, за результатами порівняння визначають підсумкову оцінку.

## **7. Шкали оцінювання**

Оцінювання здійснюється на основі певних математичних правил і відображається в шкалі оцінок, яка дозволяє

виявити, скільком очкам (балам та ін.) відповідає певне число одиниць спортивного результату. Таким чином, процес оцінювання є переведенням абсолютних показників у відносні за допомогою шкали оцінок.

У практиці прийнято використовувати чотири типи шкал оцінок (рис. 2.5).

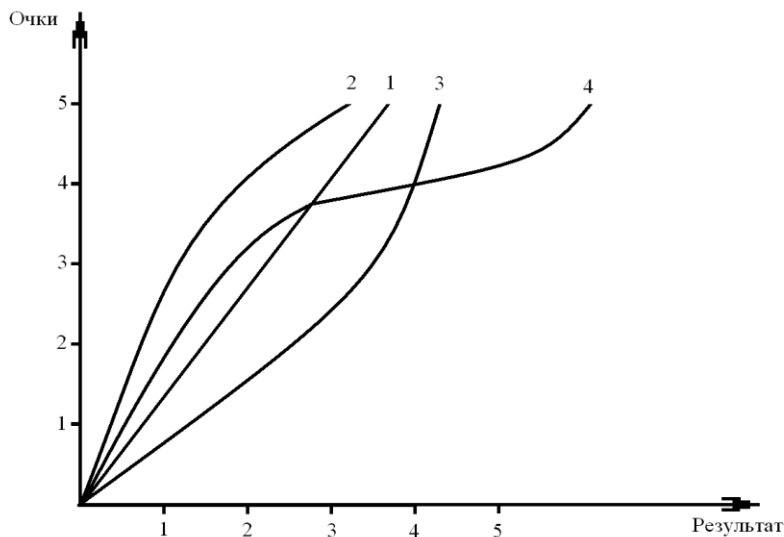


Рис. 2.5. Типи шкал оцінок (в умовних одиницях):

1 – пропорційна; 2 – регресуюча; 3 – прогресуюча; 4 – сигмовидна

Кожен із чотирьох графіків відбиває принцип нарахування очок. Так, на графіку 1 приріст результатів дорівнює приросту очок, так звана пропорційна шкала; на графіку 2 показана регресуюча шкала – по мірі підвищення результату кількість очок нараховується все менше й менше; на графіку 3 демонструється прогресуюча шкала – по мірі підвищення результату кількість очок нараховується все більше й більше; на графіку 4 відображено сигмовидну шкалу – вона зображує фактично дві ділянки: перша ділянка працює як графік 2, а друга – як графік 3.

## 8. Норми оцінювання

Основні показники спортивної метрології часто представляються у вигляді норм. Норма (від лат. *norma* – регулятивний початок, правило, зразок) – гранично припустимі границі явища, у яких воно є оптимальним.

Наприклад, для чоловіків – кандидатів у майстри спорту з плавання вільним стилем – у 50-метровому басейні розрядна норма відповідає межах від 58,5 до 55,0 с, тобто будь-який результат, що перебуває в даних межах, є оптимальним для кандидатів у майстри спорту та може бути визначений як норма.

Норматив – це границі норми. У наведеному прикладі нормативи склали від 58,5 до 55,0 с. Нормування – це процес визначення норми та призначення нормативу. У даному прикладі нормування полягає в тому, щоб науково обґрунтувати межі нормативів від 58,5 до 55,0 с.

У практиці фізичної культури та спорту прийняті розрядні, індивідуальні, порівняльні та обов'язкові норми.

Розрядні норми – це гранично припустимі межі спортивних досягнень, у рамках яких визначається спортивний розряд.

Індивідуальні норми – це границі або спортивних досягнень, або функціональних показників, характерні для конкретного індивіда (наприклад, у конкретного спортсмена тиск зазвичай перебуває в межах від 120/170 до 130/180 мм рт. ст.).

Порівняльні норми – границі значень тієї самої ознаки для різного контингенту. Зокрема, існують вікові норми. Наприклад, швидкісні здібності хлопчиків 16 років у бігу на 30 м оцінюються за наступними показниками: від 5,2 с і більше – низька норма; від 5,1 до 4,8 с – середня; до 4,8 с – висока.

Обов'язкові норми – гранично припустимі межі показників певних властивостей спортсмена, які визначають обов'язкове виконання рухового завдання. Так, для ефективного виконання стрибка у воду стрибунові необхідно показати нахил уперед від 15 до 18 см нижче рівня гімнастичної лави.

### **Контрольні питання:**

1. Що таке тест, тестування, результат тестування?
2. Що таке надійність? Назвіть різновиди надійності.
3. Що таке інформативність? Її різновиди.
4. Методи визначення інформативності та надійності тестів.
5. Що таке оцінка? Шкали оцінок.
6. Методи оцінювання комплексних тестів.
7. Що таке норма? Різновиди норм.

### **Література:**

1. Коротков В. П. Основы метрологии и теория точности измерительных устройств / В. П. Коротков, Б. А. Тайц. – М., 1998.
2. Лях В. И. Тесты в физическом воспитании / В. И. Лях. – М., 1998.
3. Начинская С. В. Спортивная метрология / С. В. Начинская. – М., 2005.
4. Смирнов Ю. И. Методологические основы спортивной метрологии / Ю. И. Смирнов // Теория и практика физической культуры. – 1980.
5. Статистика : учеб. / под ред. В. С. Мхитаряна. – М., 2001.
6. Толаметов А. А. Спортивная метрология (услугий ишланма) / А. А. Толаметов. – Ташкент, 2009.

### **Тема № 4.**

### **Кваліметрія,**

### **або методи кількісної оцінки якості показників**

**Мета:** Ознайомити з методами кількісної оцінки якісних показників

**Опорні поняття:** кваліметрія, анкетування, метод експертних оцінок.

### **План:**

1. Основні поняття кваліметрії.
2. Метод експертних оцінок.
3. Метод анкетування.

## 1. Основні поняття кваліметрії

**Кваліметрія** – це сукупність статистичних методів, придатних для оцінювання вихідних даних, які виражені атрибутивно, тобто не числом.

Ідея кваліметричних методів полягає в тому, що вихідні дані виражаються через певні числа, з якими згодом і проводяться розрахунки. У практиці фізичної культури та спорту часто виникають ситуації, пов'язані з подібними числами. Відмітимо, що основне поняття теорії фізичної культури та спорту – тренуваність – є атрибутивним. Багато педагогічних понять, наприклад, ефективність виконання рухового завдання, техніко-тактична майстерність спортсмена, краса виконання спортивних вправ та ін., є атрибутивними поняттями.

Існує два принципові підходи до оцінки атрибутивних явищ:

*кваліметричні методи* – за певними правилами наділяються певним числовим вираженням, яким оперують надалі;

*тестування* – оцінюється якістю виконання певних завдань.

Завдання дослідника полягає в тому, щоб розпоряджатися загальним обсягом кваліметричних методів, а в конкретній дослідницькій ситуації вміти застосувати адекватний метод. До кваліметричних методів належать: метод експертних оцінок та анкетування, які досить різнопланові.

## 2. Метод експертних оцінок

Експертною називається оцінка, яка отримується шляхом з'ясування думок фахівців. Експерт (від лат. *expertus* – досвідчений) – знаюча особа, запрошена для вирішення питання, яке вимагає спеціальних знань. Цей метод дозволяє за допомогою спеціально обраної шкали зробити необхідні вимірювання суб'єктивними оцінками фахівців-експертів. Такі оцінки – випадкові величини, які можуть бути оброблені певними методами багатомірного статистичного аналізу.

Як правило, експертне оцінювання, або експертиза, проводиться у вигляді опитування, чи анкетування, групи експертів. Анкетою називається аркуш з питаннями, на які потрібно відповісти. Техніка експертизи й анкетування – це збір і узагальнення думок окремих людей. Девіз експертизи – «Одна голова – добре, а дві – краще!». Характерні приклади експертизи: суддівство в гімнастиці та фігурному катанні на ковзанах, конкурс на звання кращого за професією чи кращу наукову працю та ін.

До думки фахівців звертаються щоразу, коли необхідно здійснити вимірювання більш точними методами неможливо чи дуже важко. Часом краще одержати приблизне вирішення терміново, ніж довго шукати способи точного вирішення. Але суб'єктивна оцінка значно залежить від індивідуальних особливостей експерта: кваліфікації, ерудиції, досвіду, особистих смаків, стану здоров'я та ін. Тому індивідуальні думки розглядаються як випадкові величини й обробляються статистичними методами. Таким чином, сучасна експертиза – це система організаційних, логічних і математико-статистичних процедур, спрямованих на одержання від фахівців інформації, її аналіз із метою прийняття оптимальних рішень. Кращий тренер (педагог, керівник і т.п.) той, хто опирається одночасно на власний досвід, на дані науки та на знання інших людей.

Методика групової експертизи містить у собі: 1) формулювання завдань; 2) відбір і комплектування групи експертів; 3) складання плану експертизи; 4) проведення опитування експертів; 5) аналіз і обробку отриманої інформації.

Вибір експертів – важливий етап експертизи, тому що достовірні дані можна одержати не від кожного фахівця. Експертом може бути людина, яка володіє високим рівнем професійної підготовки, здатна до критичного аналізу минулого й сьогодення та до прогнозування майбутнього, психологічно стійка, не схильна до конформізму.



Є й інші важливі якості експертів. Так, наприклад, професійна компетентність експерта визначається: а) за ступенем узгодженості його оцінювання до середньогрупового; б) за показниками вирішення тестових завдань.

Для об'єктивної оцінки компетентності експертів можуть бути розроблені спеціальні анкети, відповідаючи на запитання яких протягом певного часу кандидати в експерти повинні продемонструвати свої знання. Крім того, корисно запропонувати їм заповнити анкету самооцінки своїх знань. Досвід показує, що люди з високою самооцінкою помиляються менше інших.

Інший підхід до відбору експертів заснований на визначенні ефективності їх діяльності. Абсолютна ефективність діяльності експерта визначається відношенням числа випадків, коли експерт вірно передбачив подальший хід подій, до загального числа експертиз, проведених даним фахівцем. Наприклад, якщо експерт брав участь у 10 експертизах і 6 разів його точка зору підтвердилася, то ефективність діяльності такого експерта рівна 0,6. Відносна ефективність діяльності експерта – це відношення абсолютної ефективності його діяльності до середньої абсолютної ефективності діяльності групи експертів. Об'єктивна оцінка придатності експерта визначається за формулою:

$$\Delta M = M - M_{\text{дійсна}}$$

де  $M_{\text{дійсна}}$  – дійсна оцінка;  $M$  – оцінка експерта.

Бажано мати однорідну групу експертів, але якщо це не вдається, то для кожного з них вводиться ранг. Очевидно, що експерт представляє тим більшу цінність, чим вищі показники його діяльності. Для підвищення якості експертизи намагаються підвищити кваліфікацію експертів за допомогою спеціального навчання, тренувань і ознайомлення з якомога більшою об'єктивною інформацією з аналізованої проблеми. Суддів у багатьох видах спорту можна розглядати як своєрідних експертів, які оцінюють майстерність спортсмена (наприклад, у гімнастиці) чи хід двобою (наприклад, у боксі).

### 3. Метод анкетування

*Анкетування* відноситься до статистичного методу, який дозволяє виявити думку великої кількості людей про досліджуваний об'єкт. Метод називається статистичним тому, що дослідник отримує велику кількість відповідей: чим більше відповідей, тим надійнішим буде отриманий результат. Ідея методу полягає в тому, що випробувані, названі респондентами, заповнюють анкету, за результатами якої їй відбувається виявлення їх думки.

*Анкета* є аркушем, у який заносяться відповіді респондента на поставлені питання. Питання в анкеті повинні бути короткими, зрозумілими респондентові та мати точне уявлення про мету дослідження. Анкета складається із двох частин: демографічної й основної.

Демографічна частина анкети містить питання, які характеризують особистість респондента: ім'я, вік, стать, адреса та т.д. Основна частина анкети містить 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 досліджень, наприклад: «Що ви думаєте про метод Вашого тренування?», «Чи подобається Вам програма наших занять?», «Чи любите ви баскетбол?» і т.д.

*Непряме* анкетування передбачає питання, відповіді на які респондент може вибрати, наприклад: «Поліпшить чи погіршить програму введення нових вправ?», «Який буде ефект від збільшення обсягу навантаження: позитивний чи негативний?», «Як Ви оцінюєте новий комплекс вправ: а) ефективний, б) неефективний чи в) малозначимий?» і т.д.

*Безумовне* анкетування містить питання, які припускають прямі відповіді без будь-яких умов, наприклад: «Чи проводили Ви тестування своїх учнів?», «Чи працюєте Ви за власною програмою?», «Чи робите Ви ранкову зарядку?» і т.д.

*Умовне* анкетування включає питання, які припускають відповіді респондента при дотриманні певних умов, наприк-

лад: «Чи варто змінити характер занять, якщо тестування покаже суттєву зміну в рівні витривалості?», «Чи варто проводити спортивні змагання на початку навчального року, якщо учні ще не почали займатися в секціях?» і т.д.

*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?» і т.д.

*Закрите* анкетування включає такі питання, які перераховують можливі відповіді. Респондент повинен підкреслити потрібні відповіді, тобто вибрати із запропонованих, наприклад: «Який вид спорту Вам подобається найбільше: футбол, плавання, легка атлетика?», «Яким видам спортивної діяльності Ви віддасте перевагу: спортивним іграм, заняттям на тренажерах, єдиноборствам?», «Чи любите Ви займатися спортом: індивідуально, у малій групі, у колективі?» та т.д.

*Очне* анкетування – спосіб заповнення анкети респондентом у присутності дослідника. У цьому випадку досліджуваний має можливість проконсультуватися з питань заповнення анкети, з'ясувати думку інших респондентів і т.д.

*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 потрібні паспортні дані респондента.

*Анонімне* анкетування проводиться без запису паспортних даних, що дозволяє респондентові бути повністю відвертим у відповідях на будь-які питання.

Після проведення анкетування відбувається підрахунок голосів респондентів, тобто підводиться підсумок анкетування, на базі якого вивчається досліджуваний об'єкт. Підрахо-

вані голоси повинні бути занесені в спеціальну таблицю – матрицю, розмір якої повністю залежить від демографічної й основної частин.

Наприклад, анкета складається із двох частин: демографічна частина – «Вік», основна частина – «Чи прагнете Ви займатися футболом?» Анкету заповнили 130 респондентів (табл. 2.6). Будується матриця.

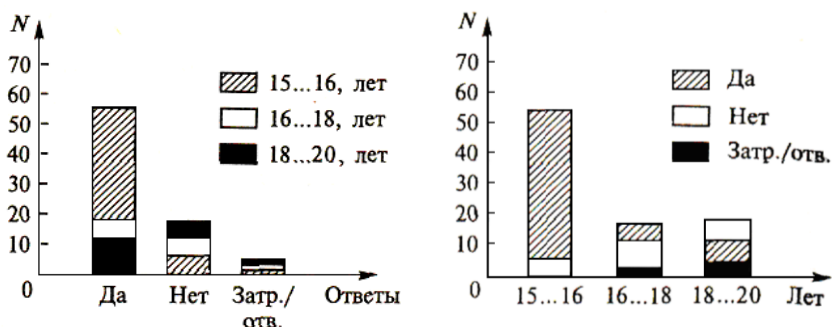
Таблиця 2.6

### Аналіз анкетних даних

Основна частина	Демографічна частина			
	15 ... 16 років	16 ... 18 років	18 ... 20 років	Усього респондентів
	Респонденти			
Так	55	18	12	85
Ні	7	12	18	37
Важко відповісти	1	3	4	8
Разом	63	33	34	130

За даними, наведеними в табл. 2.6, видно, що демографічна частина формує стовпці, а основна – рядки. У цілому утворюється матриця, складність якої повністю залежить від бажання дослідника.

Матриця практично завжди супроводжується графічним зображенням. Наприклад, відповіді наочніше можна подати у вигляді гістограми за відповідями чи за віком:



Складніші матриці відображуються полігоном.

### **Контрольні питання:**

1. Що таке кваліметрія?
2. Що таке експертиза, експерт, експертне оцінювання?
3. Як оцінюється ефективність роботи експертів?
4. Різновиди експертного оцінювання.
5. У чому полягає метод анкетування?

### **Література:**

1. Азгальдов Г. Г. О кваліметрії / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М., 2003.
2. Вайнберг Дж. Статистика / Дж. Вайнберг, Дж. Шумекер. – М., 1979.
3. Годик М. А. Контроль тренувальних і змагальних навантажень / М. А. Годик. – М., 1990.
4. Коренберг В. Б. Спортивна метрологія / В. Б. Коренберг. – М. : Фізическа культура, 2008. – 358 с.

### **Тема № 5.**

#### **Метрологічні основи технічної та тактичної підготовленості спортсменів**

**Мета:** Надати інформацію про метрологічні основи технічної та тактичної підготовленості спортсменів

**Опорні поняття:** контроль, технічна підготовленість, тактична підготовленість, тренувальні навантаження, змагальні навантаження.

#### **План:**

1. Метрологічний контроль технічної підготовленості спортсменів.
2. Контроль тактичної підготовленості у фізичному вихованні та спорті.
3. Метрологічні основи контролю тренувальних і змагальних навантажень.

#### **1. Метрологічний контроль технічної підготовленості спортсменів**

Контроль технічної підготовленості, чи технічної майстерності, полягає в оцінюванні вмій спортсмена та виконання ним засвоєних рухів (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Показники технічної майстерності спортсменів

Розрізняють два основні методи контролю технічної майстерності: візуальний та інструментальний.

Перший є найпоширенішим методом й одним з основних у спортивних іграх, єдиноборствах, гімнастиці, фігурному катанні і деяких інших видах спорту.

В ігрових видах спорту, в єдиноборствах можливості оцінки технічної майстерності за допомогою спеціальних тестів обмежені: показники, вимірювані під час тестування (визначення точності та дальності передач, точності ударів по воротах), як правило, неінформативні.

Коефіцієнти кореляції між точністю виконання цих прийомів під час тестів і змагань (ігор, боксерських двобоїв і т.д.) наближаються до нуля. І це зрозуміло, тому що умови виконання прийомів і дій під час змагань різко відрізняються від умов під час тестувань.

Тому за результатами таких тестів, як правило, не можна передбачити ефективність змагальної діяльності. Однак тести технічної майстерності все-таки корисні. Вони дозволяють визначити рівень технічної майстерності в умовах без впливу змагальних факторів.

Візуальний контроль за технічною майстерністю проводиться двома способами: 1) під час безпосередніх спостережень; 2) за допомогою відеотехніки. Другий спосіб стає все більше розповсюдженим. Це пов'язано з можливістю:

- 1) документально зафіксувати рухи спортсмена;
- 2) при систематичному відеозаписі мати відеотеку рухів і аналізувати їх техніку в динаміці;
- 3) використовувати стоп-кадр, а також уповільнено показувати дії, що підвищує вірогідність їх аналізу;
- 4) усунути вплив змагальної обстановки на процес спостереження, бо навіть досвідчений експерт, спостерігаючи за діями спортсмена на змаганнях, може помилятися внаслідок емоційного збудження, захопленості якимось моментом і т.д.

Інструментальний контроль за технічною майстерністю вимірює біомеханічні характеристики техніки. Реєстрації підлягають час, швидкість і прискорення руху в цілому чи окремих його фаз (рис. 2.7), зусилля, які застосовуються при виконанні рухів (рис. 2.8), положення тіла чи його сегментів. За реєстровані показники підлягають аналізу (графоаналітично, математико-статистичному та т.п.), результати якого використовуються як критерії ефективності спортивної техніки.

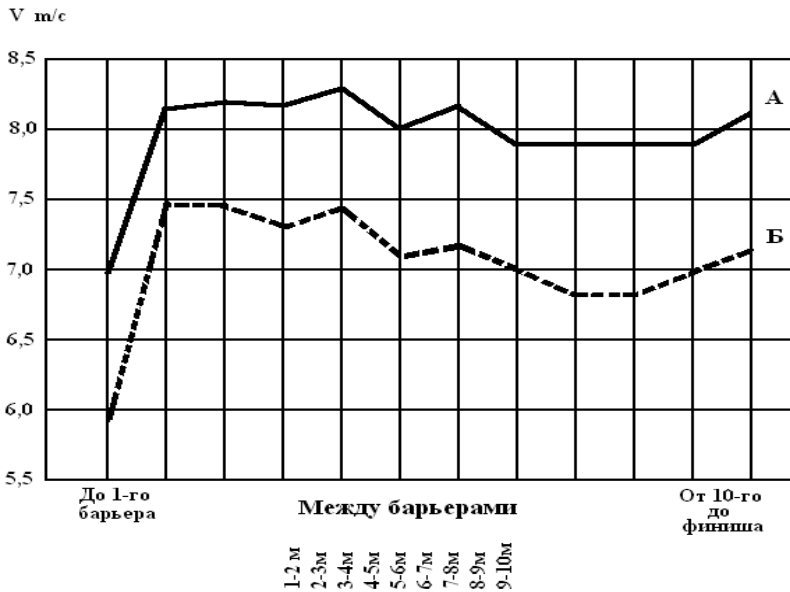


Рис. 2.7. Динаміка швидкості в бар'єрному бігу на 110 м у спортсменів високої (А) і низької (Б) кваліфікації

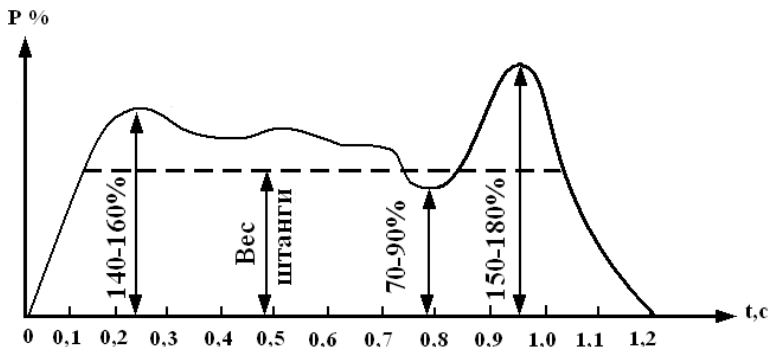


Рис. 2.8. Сила, зафіксована при підйомі штанги до підсіду:  
 $P$  – сила в % від ваги штанги,  $t$  – час

## 2. Контроль тактичної підготовленості у фізичній культурі та спорті

Поглиблений аналіз результатів змагальної діяльності безпосередньо пов'язаний з контролем над тактичною підготовленістю (тактичною майстерністю) спортсмена.

Тактикою називається сукупність способів ведення спортивної боротьби. Елементами тактики є техніко-тактичні дії, а також застосування психологічного впливу на суперника, вибір позиції та приховування намірів. Комбінації тактичних дій називаються тактичними варіантами.

Тактичні варіанти реалізуються за допомогою рухової діяльності, але їх вибір є результатом розумової діяльності спортсмена. Тому при тестуванні тактичної майстерності фіксується не тільки ефективність техніко-тактичних дій, але й перевіряється тактичне мислення. Тактичним мисленням називається здатність швидко оцінювати ситуацію та приймати рішення.

В усіх видах спорту основою для вибору показників, які вимірюються при контролі тактичної майстерності, є дані про структуру змагальної вправи. Разом з тим, у різних видах спорту метрологічні питання спортивної тактики вирішуються по-різному. Це пояснюється неоднаковою структурою



змагальної діяльності та розбіжністю критеріїв оптимальної тактики. Оптимальним вважається той тактичний варіант, який забезпечує найбільше (найменше) значення критерію оптимальності.

Виділяють п'ять груп таких показників. Це показники обсягу різнобічності, раціональності, ефективності й освоєння тактики. Вони аналогічні показникам, які використовуються для оцінки технічної майстерності спортсменів.

Загальним обсягом тактики називається перелік тактичних дій і варіантів, які використовуються в умовах змагань та якими володіє спортсмен або команда. Як правило, змагальний обсяг тактики менший за загальний обсяг тактики, причому тим менший, чим відповідальніші змагання.

Різнобічність тактики показує, наскільки різноманітний тактичний арсенал спортсмена чи команди. Наприклад, одна з численних класифікацій тактичних ходів ділить їх на монотонні, гострі, дезінформуючі та страхуючі. Монотонним називають тактичний хід, який позбавлений елемента несподіванки тому, що не має вирішального впливу на результат змагання.

Розрізняють загальну та змагальну різнобічність тактики. Нерідко на тренувальних заняттях спортсмени демонструють різноманітну тактику, а змагальний арсенал тактичних ходів і варіантів виявляється досить бідним і притому таким, що складається переважно з монотонних ходів. Це свідчить про недостатньо високу тактичну підготовленість спортсменів.

Ефективність і раціональність тактичного варіанта (ходу) характеризується можливістю досягнення поставленої мети за умови застосування даного варіанта.

Раціональність характеризує тактичний хід (варіант) відносно конкретного спортсмена. Відомо, наприклад, що, гострі тактичні ходи частіше приносять успіх, ніж монотонні.

У видах спорту з об'єктивно вимірюваними результатами існує два різновиди тактики, залежно від того, яку мету

ставити спортсмен перед собою: показати найкращий для себе результат або виграти дані змагання в конкретних суперників (установка «на результат» або «на виграш»).

При другій установці не існує раціональних варіантів тактики, придатних на всі випадки. Усе залежить від індивідуальних особливостей спортсмена та його суперників. Що ж стосується першої установки, то тут можливі раціональні варіанти, при яких з найбільшою ймовірністю буде показаний найкращий результат.

Ефективність тактики характеризує тактичну майстерність конкретного спортсмена. Тактика тим ефективніша, чим ближче вона до індивідуально оптимального (раціонального) варіанту.

Найпростіший спосіб контролю ефективності тактичних варіантів збігається з контролем результативності окремих техніко-тактичних дій. В ідеалі кожен тактичний прийом повинен виконуватись успішно. І тому результативність (успішність) того чи іншого тактичного варіанта визначається як відсоток випадків успішного застосування даного варіанта.

### **3. Метрологічні основи контролю тренувальних і змагальних навантажень**

Контроль і планування навантажень є найважливішими елементами спортивного тренування. Конкретні показники, які використовуються при контролі, різноманітні. Це пояснюється тим, що в кожному виді спорту склад тренувальних засобів містить у собі десятки, а то й сотні вправ. Оцінити кожен з них і вибрати найбільш ефективні – одне з основних завдань контролю навантажень.

В основі вирішення цього завдання лежить класифікація тренувальних засобів – розподіл їх на групи за певними ознаками (характеристиками). Доцільно використовувати наступні характеристики:

– спеціалізованість, тобто міру подібності даного тренувального засобу до змагальної вправи;

- спрямованість, яка проявляється у впливі тренувальної вправи на розвиток тієї чи іншої рухової якості;
- координаційну складність, яка впливає на величину тренувальних ефектів;
- ступінь впливу вправи на організм спортсмена.

Враховуються також умови, у яких проходять тренувальні заняття (наприклад, умови середньогір'я, температура та вологість повітря).

### ***Контрольні питання:***

1. Які показники містить у собі технічна майстерність спортсмена?
2. Що таке обсяг техніки?
3. Що таке різнобічність техніки?
4. Що таке ефективність техніки?
5. Що таке тактика? Назвіть її основні показники.

### ***Література:***

1. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
2. Лях В. И. Тесты в физическом воспитании / В. И. Лях. – М., 1998.
3. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004.
4. Толаметов А. А. Спортивная метрология (услугий ишланма) / А. А. Толаметов. – Ташкент, 2009.

## **Тема № 6.**

### **Основи контролю фізичної підготовленості спортсменів**

**Мета:** ознайомити з основами контролю фізичної підготовленості спортсменів.

**Опорні поняття:** контроль, фізична підготовленість, швидкість, сила, спритність, витривалість, гнучкість.

## **План:**

1. Загальні вимоги до контролю.
2. Контроль за рівнем розвитку швидкісних якостей.
3. Контроль за рівнем розвитку силових якостей.
4. Контроль за рівнем розвитку витривалості.
5. Контроль за рівнем розвитку гнучкості.
6. Контроль за рівнем розвитку спритності.

### **1. Загальні вимоги до контролю**

Контроль фізичної підготовленості включає вимірювання рівня розвитку швидкісних і силових якостей, витривалості, спритності, гнучкості. Можливі три основні варіанти тестування:

1) комплексна оцінка фізичної підготовленості з використанням широкого кола різноманітних тестів;

2) оцінка рівня розвитку однієї якості (наприклад, витривалості в бігунів);

3) оцінка рівня розвитку однієї форми прояву рухової якості (наприклад, рівня швидкісної витривалості в бігунів).

При тестуванні фізичної підготовленості необхідно попередньо:

1) визначити мету тестування;

2) забезпечити стандартизацію вимірювань;

3) вибрати тести з високою надійністю та інформативністю, техніка виконання яких порівняно проста й не спричиняє суттєвого впливу на результат;

4) засвоїти тести на такому рівні, щоб при їх виконанні основна увага була спрямована на досягнення максимального результату, а не на прагнення виконати технічно правильний рух;

5) сформувати високу мотивацію на досягнення граничних результатів у тестах (ця умова не поширюється на стандартні функціональні проби);

6) мати систему оцінювання досягнень під час тестування.

Дотримання всіх цих умов обов'язкове, але особливу увагу при проведенні тестування слід приділяти створенню такого психічного настрою, який би дозволив повністю виявити справжні можливості кожного спортсмена. Цього можна досягнути, наблизивши умови тестування до змагальних, у яких зазвичай демонструються найвищі результати.

Розглянемо приклад (табл. 2.7.) тестування велосипедистів високої кваліфікації, кожен з яких тестувався протягом трьох днів у різних умовах.

Таблиця 2.7

**Вплив умов тестування на величину й спрямованість результатів (n = 18)**

Показник	Рухові завдання		
	Модель гіту на 1 км на велоергометрі	Прикидка на треку в гіті на 1 км	Змагання в гіті на 1 км
Результат, с	75,00	77,67	75,65
ЧСС за 3–5 с до старту, уд./хв.	123	130	144
ЧСС на останніх 10 с роботи, уд./хв.	186	197	208
O <sub>2</sub> -споживання, л/хв.	4,90	5,18	5,51
Алактатна фракція O <sub>2</sub> -дефіциту, л	8,06	11,79	14,50
Загальний O <sub>2</sub> -дефіцит, л	10,96	15,29	18,50

Як видно з таблиці, величина та спрямованість фізіологічних показників, які характеризують терміновий тренувальний ефект (у цьому випадку саме він є мірою рухових можливостей спортсмена), досить сильно відрізняються залежно від умов тестування.

При використанні в якості тесту моделі гіту на велоергометрі рівень фізичної підготовленості необхідно визнати середнім; якщо ж у якості тесту використовувати змагання, оцінка повинна бути високою. Тому найкраще вимірювати фізичну підготовленість в умовах змагань або в умовах, максимально близьких до них.

## 2. Контроль за рівнем розвитку швидкісних якостей

Швидкісні якості спортсменів проявляються в здатності виконувати рухи за мінімальний проміжок часу. Прийнято виділяти елементарні та комплексні форми прояву швидкісних якостей.

Елементарні форми включають:

- а) час реакції,
- б) час поодинокого руху,
- в) частоту (темп) локальних рухів.

Комплексні форми представлені швидкістю виконання спортивних рухів (часом виконання спринтерського бігу, ривків футболіста чи хокеїста, ударів боксера та ін.).

**Контроль за швидкістю реакції.** Тривалість виконання будь-якої вправи, як правило, складається із двох змінних: швидкості реакції та швидкості руху. Наприклад, результат бігу на 100 м, рівний 10,5 с, є сумою швидкості стартової реакції бігуна (0,15 с) і часу пробігання дистанції (10,35 с). «Питома вага» швидкості реакції виявляється найбільшою у тих вправах, де його значення близькі до часу наступних за реагуванням рухів (найбільш типова така ситуація в спортивних іграх і єдиноборствах). Наприклад, швидкість специфічних реакцій у боксі та фехтуванні коливається в межах 0,3–0,7 с, швидкість виконання удару чи атаки – 0,25–0,47 с. Видно, що швидкість реакції становить близько 50% від загальних витрат часу на виконання вправи.

У видах спорту циклічного характеру «внесок» швидкості реакції у результат порівняно невеликий: наприклад, у бігу на 100 м він становить 2–3%, а в бігу на 1000 м – 0,02%.

Це дає підставу вважати, що інформативність показників швидкості реакції повинна бути найбільшою в іграх і єдиноборствах та невеликою в тривалих вправах циклічного характеру.

Розрізняють прості та складні реакції. Останні, у свою чергу, розділяються на реакції вибору та реакції на рухомий об'єкт.

Швидкість простої реакції вимірюють у таких умовах, коли заздалегідь відомий і тип сигналу, і спосіб відповіді (на-

приклад, при загорянні лампочки треба відпустити кнопку, на постріл стартера почати біг). Тривалість простих реакцій порівняно невелика й, як правило, не перевищує 0,3 с.

У лабораторних умовах вимірювання швидкості реакції проводиться за допомогою реакціомерів (хронорефлексометрів). Сигнал (звуковий, світловий або тактильний) повинен бути стандартним. Погрішність вимірювального комплексу не повинна перевищувати одиниць мілісекунд. Наприклад, при вимірюванні швидкості реакції на світловий подразник повинні бути стандартизовані: відстань між спортсменом і сигналом, форма, колір і яскравість сигналу, фон, на якому він пред'являється, освітленість приміщення, розмір і форма датчика, зусилля, які прикладаються до нього, спосіб відповіді (натискання чи відрив).

У змагальних умовах спосіб вимірювання швидкості реакції зумовлюється особливостями старту чи умовами виконання елементів змагальної вправи. Наприклад, у стартові колодки (стартову тумбу басейну та т.п.) вмонтовують контактні датчики, припустима погрішність спрацьовування яких не повинна перевищувати 1–2 мс. Стартовий пістолет, датчики та часовимірювальне обладнання з'єднані між собою так, що постріл пістолета запускає часовимірювальне обладнання, а замикання (чи розмикання) контакту зупиняє його.

Складна реакція характеризується тим, що тип сигналу та внаслідок цього спосіб відповіді невідомі (такі реакції властиві переважно іграм і єдиноборствам, де відповідні рухи спортсмена цілком визначаються діями суперника). Зареєструвати швидкість такої реакції у змагальних умовах досить важко.

У лабораторних умовах швидкість реакції вибору вимірюють таким чином: спортсменові представляють слайди з ігровими чи бойовими ситуаціями. Тривалість експозиції кожного слайда чи часові інтервали між експозиціями повинні бути стандартними. Оцінивши ситуацію, спортсмен приймає рішення й натискає одну з кнопок на пульті (кожній кнопці відповідає певне доцільне в цій ситуації тактичне рі-

шення: наприклад, натискання на першу кнопку означає, що необхідно зробити пас праворуч, на другу – кинути в кільце, на третю – почати ведення). Початок експозиції слайда запускає часовимірювальне обладнання, натискання кнопки зупиняє його.

Результатами такого тестування будуть: 1) швидкість реакції; 2) точність прийняття рішення (за еталон точності в цьому випадку приймається узгоджена думка експертів про те, як необхідно діяти в даній ситуації). Можливі чотири варіанти реагування: 1) швидко й точно; 2) швидко й неточно; 3) повільно й точно; 4) повільно й неточно. При одночасному вимірюванні швидкості реакції та точності прийняття рішення пред'являються різні за змістом, але рівні за складністю ситуації.

Вимірювання швидкості реакції на рухомий об'єкт проводиться так: у полі зору спортсмена з'являється об'єкт (це може бути суперник, м'яч, шайба, точка на екрані та ін.), на який потрібно реагувати певним рухом. Тривалість таких реакцій становить 0,3–0,8 с. У досвідчених спортсменів (наприклад, воротарів), які досить точно вгадують рухи суперника чи м'яча, швидкість реакції на рухомий об'єкт може бути значно меншим.

Тривалість реакцій усіх типів залежить від багатьох факторів (виду спорту, віку, кваліфікації та стану спортсмена в момент вимірювання часу реакції, складності й освоєння руху, яким він реагує на сигнал; типу сигналу та т.п.). У зв'язку з цим варіативність швидкості реакції як показника швидкісних якостей (внутрішньо-індивідуальна та міжіндивідуальна) є досить значною (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

**Варіативність швидкості реакції чоловіків 17–53 років**  
( $n = 178$ )

Тип сигналу	$\bar{x}$	Швидкість реакції, мс		
		<i>min</i>	<i>max</i>	розмах, $max - min$
Звуковий	192	121	432	311
Світловий	289	190	476	286



Зумовленість швидкості реакції за багатьма факторами позначається на рівні її надійності (стабільності). Навіть при значній кількості тих самих змін стабільність швидкості реакції, як правило, невелика: коефіцієнт відтворюваності при 3–5 повтореннях не перевищує 0,40; 7–11 повторень – 0,60–0,70; 19–25 повторень – 0,75–0,85.

Виключенням є ті види спорту, результат у яких у значній мірі зумовлений стабільністю швидкості реакції.

Інформативність показників швидкості реакції визначається двома способами. У першому на підставі логічного аналізу структури змагальної вправи та факторів, які визначають його результат, встановлюється приблизний рівень інформативності тестів швидкості реакції.

Малоінформативними й, отже, непридатними для контролю швидкісних якостей є такі тести, як частота рухів кисті (так званий тепінг-тест, від англ. *taping-test*), тривалість досягнення максимальної швидкості.

Інформативність швидкісних тестів не має універсального характеру; її величина суттєво різна для спортсменів різних кваліфікаційних груп (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

**Інформативність швидкісних показників  
(критерій – результат бігу на 100 м)**

Показник	Коефіцієнт інформативності	
	майстри спорту	першорозрядники
Швидкість досягнення, $V_{max}$	-0,27	0,44
Тривалість утримання, $V_{max}$	0,14	0,27
Швидкість падіння, $V_{max}$	0,10	0,58
Максимальна швидкість, $V_{max}$	-0,94	-0,97
Швидкість на фініші, $V_{max}$	-0,80	-0,96
Швидкість реакції	0,42	0,46

Як видно з таблиці в новачків кожен з показників характеризується середньою чи високою інформативністю, в той час як у кваліфікованих спортсменів таких показників усього два.

Значення коефіцієнтів інформативності тестів, розрахованих для групи, не завжди будуть збігатися з аналогічними значеннями для конкретних спортсменів.

Як приклад, розглянемо дані табл. 2.10, у першому стовпчику якої представлені коефіцієнти, розраховані за результатами бігу 20 спринтерів, а в інших колонках – по 20 спробах, які виконувалися кожним із трьох спортсменів.

Таблиця 2.10

**Співвідношення групових та індивідуальних коефіцієнтів інформативності (спринтери І розряду, чоловіки)**

Показник	Коефіцієнт групової інформативності	Коефіцієнти індивідуальної інформативності		
		А. С.	Б. М.	В. П.
Швидкість досягнення $V_{max}$	0,27	-0,39	0,89	0,01
Тривалість утримання $V_{max}$	0,14	-0,26	0,25	0,13
Швидкість зниження $V_{max}$	0,10	-0,33	0,43	0,57
Максимальна швидкість	-0,94	-0,87	-0,42	-0,85
Швидкість на фініші	-0,80	-0,81	-0,60	-0,85
Швидкість реакції	0,42	0,75	-0,43	0,01
Результат бігу на 100 м, с	11,37	11,51	11,61	0,13

Видно, що тільки в спортсмена А. С. структура коефіцієнтів інформативності близька до середньогрупової, в інших же відмінності суттєві.

Тому при контролі швидкісних якостей спортсменів потрібно орієнтуватися не лише на загальні показники (для груп спортсменів певної кваліфікації), але й на специфічні (для конкретного спортсмена). Останні особливо важливі в організації контролю підготовленості висококваліфікованих спортсменів. У цьому випадку можна використовувати, зазвичай, лише індивідуальні системи оцінок, зокрема індивідуальні норми.

Надійність тестів, призначених для контролю часу руху, залежить, по-перше, від складності тестів і, по-друге, від того, наскільки добре вони засвоєні спортсменами. Найбільшою надійністю характеризуються такі прості в координаційному відношенні тести, як біг з максимальною швидкістю на 15–40 м ( $r = 0,85–0,95$ ). Надійність цих же вправ, але виконуваних

з веденням м'яча, з оббіганням стійок виявляється суттєво меншою ( $r = 0,70-0,80$ ). Ще менш надійні швидкісні тести в ігрових видах спорту, де необхідно виконувати передачі м'яча, відбір, удари в ціль і т.п.

Еквівалентність швидкісних тестів визначається за величиною розрахованих між їх результатами коефіцієнтів кореляції. Всі тести, які вимірюють час простої неспецифічної реакції, еквівалентні: який би тип сигналу (звуковий, світловий, тактильний) не використовували і якою би частиною тіла не реагували (рукою, ногою та ін.), завжди більш швидкі в одному випадку спортсмени, виявляються більш швидкими і в іншому. Тому комплекс, складений з таких тестів, буде гомогенним.

Залежності між показниками швидкості простих специфічних реакцій невеликі. Це пояснюється тим, що швидкість таких реакцій у значній мірі зумовлена засвоєнням наступних за реакцією рухів. Тому швидко реагуючий на стартовий сигнал бігун-спринтер може не виявитися настільки ж швидким у момент старту в плаванні, веслуванні та т.п.

Ця ж причина пояснює відсутність залежності між показниками швидкості складних реакцій.

Немає залежностей (або вони дуже невеликі) між елементарними та комплексними формами прояву швидкісних якостей. Тому використовувати для контролю спеціальної підготовленості такі тести, як швидкість простої неспецифічної реакції, тривалість локального руху, частота рухів кистю та т.п., недоцільно.

На підставі даних еквівалентності швидкісних тестів можна підсумувати, що комплексна оцінка швидкісних якостей повинна включати вимірювання тривалості руху, швидкості досягнення максимального рівня ( $V_{\max}$ ) та швидкості специфічної реакції.

### **3. Контроль за рівнем розвитку силових якостей.**

Здатність долати зовнішній опір або протидіяти йому за допомогою м'язових зусиль називають силовими якостями.

Рівень їх розвитку зумовлює досягнення практично в усіх видах спорту, і тому методам контролю й удосконалення силових якостей приділяється значна увага.

Методи контролю силових якостей мають давню історію. Перші механічні обладнання, призначені для вимірювання сили людини, були створені ще в XVIII столітті.

При контролі над силовими якостями враховують, як правило, три групи показників (рис. 2.9).

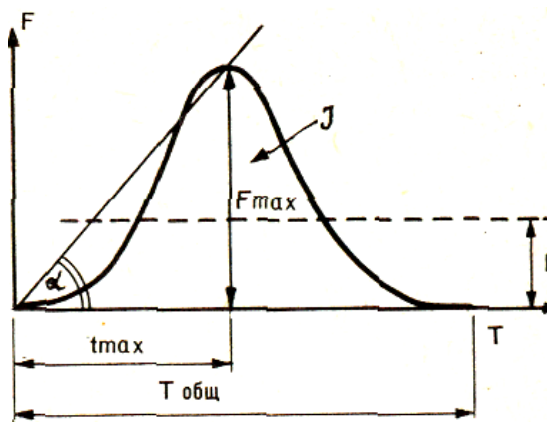


Рис. 2.9. Схема динамограми:

$F_{max}$  – найвище значення сили,  $t_{max}$  – час її досягнення,  
 $T_{заг}$  – загальний час дії сили,  $F_{сер}$  – середня сила,  
 $J$  – імпульс сили (площа під кривою)

I. Основні: а) миттєві значення сили в певний момент руху, зокрема максимальна сила; б) середня сила.

II. Інтегральні – імпульс сили.

III. Диференціальні – градієнт сили й т.п.

Пояснимо їх зміст і значення. Максимальна сила досить наочна, але у швидких рухах порівняно погано характеризує кінцевий результат руху. Згідно із законами механіки, кінцевий ефект дії сили, зокрема досягнута у результаті її дії швидкість тіла, визначається імпульсом сили. Графічно – це площа, обмежена кривою  $F(t)$ . Якщо сила постійна, то імпульс –

це добуток сили на час її дії. При чисельних розрахунках імпульсу сили проводиться операція інтегрування, тому цей показник називається інтегральним. Особливо часто імпульс сили використовують при контролі над ударними рухами (удар у боксі та ін).

Середня сила – це умовний показник, дорівнює частці від ділення імпульсу сили на час дії сили. Введення середньої сили рівносильне припущенню, що на тіло протягом того ж часу діяла постійна сила (рівна середній). Диференціальні показники отримують у результаті застосування математичної операції диференціювання. Вони показують, як швидко змінюються миттєві величини сили.

Розрізняють два способи реєстрації силових якостей: 1) без вимірювальної апаратури (у цьому випадку оцінка рівня силової підготовленості проводиться по тій найбільшій вазі, яку здатен підняти чи утримати спортсмен); 2) з використанням вимірювальних обладнань – динамометрів.

Як відомо, результатом дії сили на яке-небудь тіло може бути: а) деформація тіла; б) його прискорення.

Відповідно до цього всі силовимірювальні прилади діляться на дві групи:

а) прилади, що вимірюють деформацію тіла, до якого прикладена сила;

б) прилади, що вимірюють прискорення рухомого тіла.

Прилади другої групи одержали назву інерційних динамографів. Їхня перевага полягає в тому, що вони дають можливість вимірювати силу дії спортсмена в русі, а не в статичних умовах.

Найбільшого поширення на практиці набули вимірювання сили за допомогою динамометрів.

#### **4. Контроль за рівнем розвитку витривалості**

Витривалість – це здатність тривалий час виконувати вправи без зниження їх ефективності на фоні втоми. Вправ, які використовуються у спорті, багато, і вони різнохарактерні

(за структурою, тривалістю, координаційною складністю та т.п.). Тому витривалість поділяють на два види: загальну та спеціальну (швидкісну, силову та ін.).

Витривалість вимірюється за допомогою двох груп тестів: неспецифічних (за результатами яких оцінюються потенційні можливості спортсмена ефективно змагатися чи тренуватися в умовах наростаючого стомлення) та специфічних (результати яких вказують на ступінь реалізації цих потенційних можливостей).

Відповідно до рекомендацій Міжнародного комітету зі стандартизації до неспецифічних тестів визначення витривалості відносять: 1) біг на третбані; 2) педалювання на велоергометрі; 3) степ-тест (рис. 2.10).

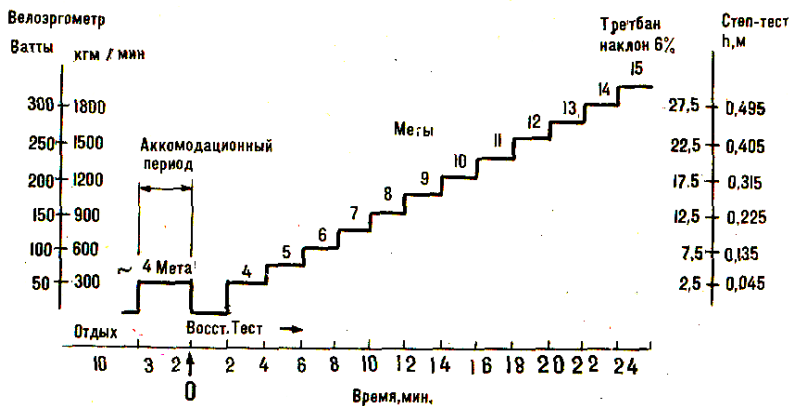


Рис. 2.10. Методика проведення стандартних тестів на третбані, велоергометрі та степергометрі

Спортсмену дається ступеневе навантаження. Енергія, необхідна для виконання того чи іншого навантаження, вимірюється спеціальними одиницями – мітками. Одна мітка дорівнює рівню витрат енергії організмом у стані спокою.

Умови виконання цих рухових завдань повинні бути чітко стандартизовані; вимірюють зазвичай ергометричні та фізіологічні показники.

До основних ергометричних показників відносять: час, обсяг та інтенсивність виконання завдань; до фізіологічних –  $O_2$ -споживання, ЧСС, поріг анаеробного обміну та т.п.

Специфічними вважають такі тести, структура виконання яких близька до змагальної, тому для бігунів тестування на тротуарі та для велосипедистів на велоергометрі необхідно розглядати як метод контролю за спеціальною витривалістю.

Близьким до поняття «витривалість» є поняття «фізична працездатність», під якою розуміють можливість людини виконувати фізичну роботу. Витривалість і фізична працездатність спортсмена визначаються рядом факторів, зокрема, функціональними можливостями різних систем організму (серцево-судинної, дихальної та ін.). Коли виконується велика механічна робота за участю великих м'язових груп, витривалість багато в чому визначається аеробною та анаеробною продуктивністю організму, тобто можливістю поставки енергії, необхідної для м'язової роботи, за рахунок аеробних і анаеробних джерел. Високі показники аеробної та анаеробної продуктивності – умова хорошої витривалості (зокрема, у циклічних видах спорту). Однак витривалість залежить і від інших причин (наприклад, від техніки рухів), тому функціональної залежності між показниками аеробної та анаеробної продуктивності, з одного боку, і витривалості з іншого, немає.

## **5. Контроль за рівнем розвитку гнучкості**

Здатність виконувати рухи з великою амплітудою називається гнучкістю. Отже, щоб оцінити рівень розвитку цієї рухової якості, необхідно виміряти амплітуду рухів. Зробити це можна такими способами: 1) механічним (гоніометричним), 2) механоелектричним (електрогоніометричним), 3) оптичним, 4) рентгенографічним.

У першому випадку гнучкість вимірюють за допомогою механічного гоніометра – кутоміра, до однієї з ніжок якого прикріплений транспортир. Ніжки гоніометра кріпляться на поздовжніх осях сегментів, які утворюють суглоб. При вико-

нанні руху (згинання, розгинання, обертання та т.п.) змінюється кут між осями сегментів, і зміна реєструється гоніометром.

Якщо транспортер замінити потенціометричним датчиком, вийде електрогоніометр. Вимірювання з його допомогою дають графічне зображення гнучкості (рис. 2.11). Цей метод контролю більш точний. Крім того, він дозволяє простежити за зміною суглобних кутів у різних фазах руху.

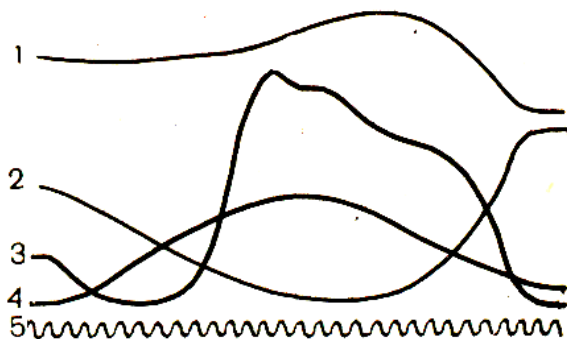


Рис. 2.11. Гоніограма руху. По вертикалі – зміна кута в суглобі, град.; по горизонталі – час, с, 1–4 – кути у різних суглобах, 5 – оцінка часу

Оптичні методи вимірювання гнучкості засновані на застосуванні фото-, кінопристроїв. На суглобних точках тіла спортсмена закріплюються датчики-маркери; зміна їх розміщення у різних точках амплітуди руху фіксується реєструючою апаратурою. Наступна обробка фотознімків або фотоплівки дозволяє визначити рівень розвитку гнучкості.

Рентгенографічний метод дає можливість визначити теоретично припустиму амплітуду руху, розрахувавши її на підставі рентгенологічного аналізу будови суглоба.

Гнучкість вимірюється: 1) кутовими градусами, 2) лінійними мірами. У другому випадку спортсмен виконує тест (наприклад, викрут із палицею), і найменша відстань між великими пальцями рук (у см) буде характеризувати його рухливість у цій вправі. При використанні лінійних показни-



ків гнучкості необхідно в результат вимірювання вносити корективи з урахуванням неоднакових у різних людей розмірів тіла (довжини рук, ніг і т.п.).

Розрізняють активну та пасивну гнучкість. Активна гнучкість характеризує здатність виконувати рухи з великою амплітудою за рахунок активності м'язів. Пасивна гнучкість визначається по тій найбільшій амплітуді, яка може бути досягнута за рахунок зовнішньої сили (рис. 2.12). Величина цієї сили повинна бути однаковою для всіх вимірювань; тільки в цьому випадку можна одержати об'єктивну оцінку пасивної гнучкості.

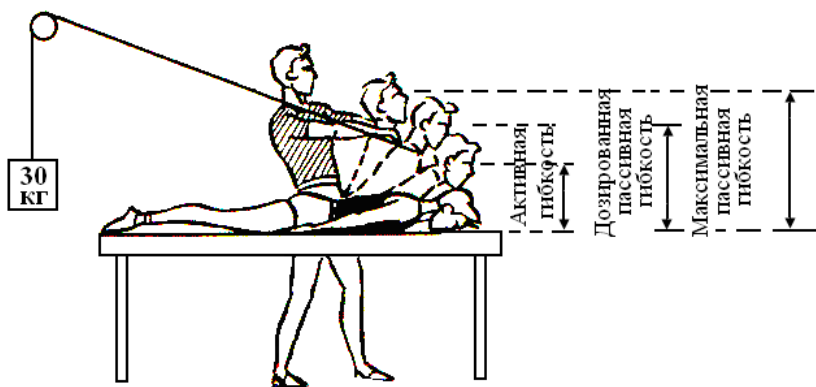


Рис. 2.12. Методика вимірювання активної та пасивної гнучкості.

Величину пасивної гнучкості визначають у момент, коли дія зовнішньої сили викликає болючі відчуття. Отже, показники пасивної гнучкості гетерогенні та залежать не тільки від стану м'язового й суглобного апаратів, але й від здатності спортсмена певний час витримувати неприємні відчуття. Тому важливо так мотивувати спортсмена, щоб він не припинив виконання вправи з появою перших ознак болю.

Різниця між величинами активної та пасивної гнучкості (у см або кутових градусах) називається дефіцитом активної гнучкості та є досить інформативним показником стану м'язового апарата спортсмена.

Безпосередньо реєстровані показники гнучкості залежать від часу тестування (у 10 годин гнучкість менша, ніж у 18 годин), температури повітря (при 30°C гнучкість більша, ніж при 10°C). Тому вимірювати гнучкість потрібно в стандартних умовах; необхідно також стандартизувати розминку (під впливом її, як відомо, дещо підвищується температура м'язів і відповідно збільшується гнучкість).

Надійність більшості показників гнучкості становить 0,85–0,95, а їх інформативність залежить від того, наскільки амплітуда руху, який тестується, збігається з амплітудою змагального руху. Так, інформативність показників гнучкості махових рухів ногами велика в бар'еристів і стрибунів у висоту та довжину.

Еквівалентність показників гнучкості порівняно невелика: спортсмен, гнучкий в одних рухах, може мати низькі показники гнучкості в інших. Тому для оцінки так званої загальної гнучкості необхідні її вимірювання у різних суглобах, у різних рухах.

## **6. Контроль за рівнем розвитку спритності**

Високий рівень розвитку спритності припускає, що спортсмен:

- 1) вміє виконувати координаційні складні рухи;
- 2) виконує їх точно (точність у цьому випадку означає, що біомеханічні характеристики виконуваного руху близькі до еталонних);
- 3) швидше інших навчається рухам із заданим рівнем точності;
- 4) швидше інших перебудовує свою рухову діяльність при зміні зовнішніх умов.

**Спритність** – це складна комплексна рухова якість людини, яка може бути визначена, як здатність швидко оволодівати складно координаційними руховими діями, точно виконувати їх відповідно до вимог техніки і перебудовувати свою діяльність залежно від ситуації, що скла-

лася. Спритність, як рухова якість людини лежить в основі спортивної майстерності.

У зв'язку з цим способів вимірювати спритність багато, але деякі з них тотожні способам вимірювання інших рухових якостей, інших сторін підготовки та т.п.

Наприклад, показники спритності, які характеризують уміння виконувати координаційні складні рухи та точність їх виконання, використовуються для контролю за ефективності техніки, а показники швидкості перебудови рухової діяльності – для визначення швидкості складної рухової реакції та тактичного мислення.

### ***Контрольні питання:***

1. У чому полягають швидкісні якості спортсмена? Методи їх контролю.
2. З чого складається час виконання будь-якої вправи?
3. Що включає в себе поняття «силові якості»? Різновиди сили та їх контроль.
4. Що таке витривалість?
5. Що таке фізична працездатність?
6. У чому полягає контроль гнучкості?
7. Що таке спритність?

### ***Література:***

1. Матвеев Л. П. Теория и методика физической культуры : учеб. для ин-тов физ. культуры / Л. П. Матвеев. – М., 1991.
2. Настольная книга учителя физической культуры / под ред. Л. Б. Кофмана. – М., 1998.
3. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004.
4. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
5. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.

## Тема № 7. Технічні засоби контролю в спорті

**Мета:** Ознайомити із технічними засобами контролю у спорті.

**Опорні поняття:** контроль, методи контролю, оптичні методи, оптико-електронні методи, телеметричні методи

### План:

1. Інструментальні методи контролю за станом спортсменів.
2. Оптичні й оптико-електронні методи реєстрації рухів.
3. Електромеханічні та телеметричні методи збору інформації про стан спортсмена.

### 1. Інструментальні методи контролю за станом спортсменів

У сучасному спорті процес спостереження за спортсменом усе частіше здійснюється за допомогою вимірювальної апаратури. Для підвищення точності інструментальних методів контролю використовуються всі новинки інженерної думки: радіотелеметрія, лазери, радіоізотопи, інфрачервона техніка, ультразвук, обчислювальні машини, телебачення, відеомагнітофони і т.д.

Система вимірювальної апаратури в спорті складається з датчиків збору інформації, лінії зв'язку та реєстраційного обладнання (мал. 2.13). Крім того, до її складу може входити обчислювальне обладнання (для автоматичної обробки даних).

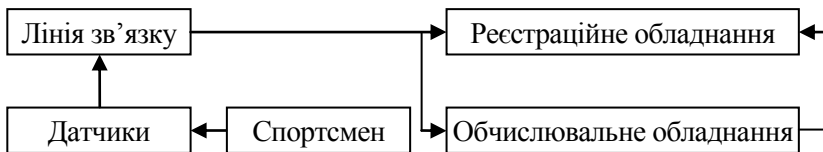


Рис. 2.13. Будова системи для вимірювання показників, які характеризують стан спортсмена

*Датчиком* називається елемент вимірювальної системи, який безпосередньо сприймає зміни вимірюваного показника.

Від датчиків інформація по лінії зв'язку надходить на реєстраційне чи обчислювальне обладнання.

Інструментальні методи контролю за спортсменами діляться на дві групи:

а) *оптичні й оптико-електронні методи*: інформація передається на реєстраційне обладнання за допомогою світлових або теплових променів;

б) *електромеханічні методи*: інформація передається електричними сигналами по провідній лінії зв'язку чи по радіо.

## **2. Оптичні й оптико-електронні методи реєстрації рухів**

Оптичні й оптико-електронні методи призначені для дистанційного й безконтактного контролю стану спортсмена. Вони не заважають навчально-тренувальному процесу і змагальній діяльності.

Оптичні методи засновані на фотографії. *Фотографія* («світлопис») – це сукупність способів одержання зображень на світлочутливому матеріалі. Розрізняють *фотозйомку* та *кінозйомку*. При фотозйомці зображення фокусується на нерухомій фотопластині чи фотопапері, при кінозйомці окремі пози спортсмена фотографуються на кадрах світлочутливої рухомої плівки (кіноплівки), які йдуть один за одним.

Результати фото- та кінозйомки призначаються або для візуального вивчення рухів, або для визначення кінематичних характеристик (переміщень, швидкостей, прискорень). У першому випадку результати представляються у вигляді фотознімка, кінофільму, кінокільцівки чи кінограми.

*Кінокільцівкою* називається відрізок кінострічки, склеєний у кільце з метою багаторазового перегляду зафіксованого зображення. Звичайні розміри кінокільцівки – 1–18 м.

*Кінограмою* називають надрукований на фотопапері відрізок кінострічки.

При фото- та кінозйомках, які виконуються з метою вимірювання, реєструється циклограма чи стробофотограма.

*Стробофотограмою* (стробограмою) руху прийнято називати сполучене зображення кількох положень рухомого

об'єкта. Її, як правило, одержують способом фотозйомки через *обтюратор* – обертальний непрозорий диск із прорізами. Обтюратор, об'єднаний з обертаючим його електродвигуном, називається *механічним стробоскопом* (від грецьк. *стробос* – крутіння, *скопео* – дивлюся). Інший спосіб стробоскопічної зйомки полягає в тому, що зйомку роблять у мигаючому світлі: потужні освітлювальні лампи запалюються й гаснуть із великою частотою через певні інтервали часу (*електронна стробоскопія*).

Стробограма (*контурограма*) може бути отримана й за допомогою кінозйомки. У цьому випадку кіноплівку кадр за кадром проєктують на аркуш паперу й роблять послідовні відбитки, або просто обводять олівцем контури спортсмена чи спортивного снаряда.

*Циклограмою* називається сукупність переривчастих ліній, які відтворюють траєкторії ланок тіла, що рухаються. Для реєстрації циклограми на суглобах і голові спортсмена закріплюються *маркери* (мініатюрні лампочки чи відбивачі світла). Зйомка ведеться фотоапаратом зі стробоскопом (фотоциклографія) чи кіноапаратом (кіноциклографія).

Кіноциклограма («*промір*») вийде, якщо кадри кіноплівки по черзі спроєктувати на аркуш паперу й вручну відзначити положення маркерів.

Точність реєстрації положення точки в просторі – найважливіший критерій якості оптичних і оптико-електронних систем, призначених для вимірювань. Від її залежить точність вимірювання швидкості й прискорення.

Методи, засновані на фотозйомці, на порядок (приблизно в 10 разів) точніші кінометодів. Це пояснюється тим, що при фотозйомці (із застосуванням стробоскопа) весь рух фіксується на тому самому нерухливому знімку, розмір якого може досягати 180 x 240 мм (найбільший розмір кінокадру дорівнює 24 x 35 мм; кіноплівка під час зйомки рухається й тому може деформуватися, що призводить до викривлення зображення, яке реєструється).

І при фотозйомці, і при кінозйомці точність підвищується, якщо від площинної зйомки перейти до стереоскопічної (грецьк. *стереос* – просторовий). *Стереозйомка* найчастіше ведеться двома синхронно діючими знімальними апаратами й дозволяє реєструвати рухи спортсмена в тримірному просторі. Іноді її проводять і за допомогою одного апарата, застосовуючи спеціальні дзеркальні пристосування, які ділять один знімок на два кадри.

Володіючи порівняно низькою точністю, кінозйомка має перевагу перед фотозйомкою, яка полягає в тому, що дає можливість реєструвати швидкоплинні рухи й відтворювати їх на екрані з уповільненням. Швидкісна (*рапідна*) зйомка може виконуватися з частотою до кількох тисяч кадрів за секунду. Вона дозволяє вивчати, наприклад, процес зіткнення тенісного м'яча з ракеткою, який триває від 0,001 до 0,01 с. У більшості випадків при рапідній зйомці в спорті використовується частота кадрів не вища 500 за секунду.

*Оптико-електронні методи* реєстрації рухів засновані на перетворенні зображення в електричний сигнал. Вони поділяються на *телевізійні* й *фотоелектронні методи*. До телевізійних відносяться телециклографія й відеомагнітофонний запис (відеозапис).

*Телециклографія* (аналог фотоциклографії) характеризується тим, що траєкторії руху реєструються телевізійною камерою й відтворюються на телевізійному екрані.

*Відеозапис* – запис зображення на магнітній стрічці з метою його багаторазового відтворення на телевізійному екрані. Відеозапис дає можливість ретельно й об'єктивно аналізувати спортивну техніку й тактику, приносить більшу користь не тільки в тренерській роботі, але й у суддівстві змагань, дозволяючи багаторазово відтворити на екрані той або інший епізод спортивного змагання й прийняти остаточне рішення на підставі об'єктивних даних. На жаль, для наукових досліджень техніки рухів відеомагнітофонний запис не підходить через недостатню точність.

Фотоелектронні методи вимірювання засновані на фотоефекті. *Фотоефектом* називається випущення речовиною електронів під дією електромагнітного випромінювання (світлового та ін.).

За допомогою фотоелектронного обладнання в спорті вже давно вимірюється час подолання дистанції. Зараз фотоефект починають застосовувати й для реєстрації циклограм (подібно оптичним методам).

За точністю сучасна фотоелектронна апаратура перевершує телевізійну і практично не використовується з метою вимірювання, але значно уступає кращим зразкам вимірювальної фотоапаратури (апаратури для стереофотограмметрії).

*Фотографічний процес* – це сукупність операцій, які виконуються з метою одержання фотознімка чи кінофільму. Цей процес складається з наступних етапів:

- 1) підготовчого (підготовка знімальної апаратури, місця зйомки й об'єкта зйомки);
- 2) фотозйомки чи кінозйомки;
- 3) негативного процесу;
- 4) позитивного процесу.

Для фотозйомки (кінозйомки) фотоапарат (кіноапарат) заряджається негативним світлочутливим матеріалом – фотоплівкою (кіноплівкою). Світлочутливий шар її, як правило, складається з бромистого срібла. Світло, відбите від об'єкта, який фотографується, впливає на світлочутливий шар і утворює «приховане зображення». При цьому в світлочутливому шарі виникають зерна металевого срібла, кількість яких збільшується при підвищенні яскравості об'єкта.

*Негативний процес* є обробкою знятої фотоплівки у двох хімічних розчинах – проявнику та закріплювачі. Під дією проявника на плівці з'являється чорно-біле зображення сфотографованих предметів, а закріплювач видаляє невикористані залишки світлочутливої речовини.

*Позитивний процес* у фотографії (фотодрук) здійснюється контактним або проєкційним способом (за допомогою фотозбільшувача). Проходячи через негатив, промені світла



впливають на папір, покритий світлочутливим шаром – фотопапір. Утворене приховане зображення перетворюється потім у розчинах проявника й закріплювача у видиме.

При обробці кіноплівки застосовують два варіанти позитивного процесу. Перший відрізняється від фотодруку тільки тим, що через кіноплівку – негатив – засвічується не фотопапір, а інша кіноплівка. У другому варіанті металеве срібло, що утворювалося в процесі проявлення, розчиняють і видаляють зі світлочутливого шару. Бромисте срібло, яке залишилося на плівці, засвічують, направляючи на плівку яскраве світло. У результаті засвічування та другого проявлення залишки бромистого срібла відновлюються в металеве срібло.

Фото- та кінозйомка спортивних рухів проводяться в умовах тренувань і змагань або в спеціально організованих умовах. Наприклад, одним із цікавих застосувань кінозйомки в спорті є підводна зйомка, яка дозволяє зареєструвати техніку рухів плавця. Для цього одна зі стінок басейну (нижче рівня води) виготовляється з прозорого матеріалу, і через неї ведеться зйомка, чи кінокамеру поміщають у водонепроникний ящик (бокс) із прозорим вікном.

Для одержання кількісних даних спортсмена фотографують на тлі масштабної рейки чи сітки. Знімальну камеру направляють так, щоб оптична вісь об'єктива була перпендикулярна до площини досліджуваного руху. Розрізняють *фронтальну*, *сагітальну* (бічну) та *зенітну зйомку* (знімальна камера розташовується відповідно перед спортсменом, збоку від нього чи над ним).

Точність зйомки залежить від правильного вибору *знімальної відстані*, тобто відстані від площини досліджуваного руху до об'єктива знімальної камери. Чим менша ця відстань, тим менша погрішність вимірювання координат нерухомого об'єкта та різкість, зсув зображення, які виникають під час руху об'єкта. У кожному конкретному випадку існує оптимальна знімальна відстань. Наприклад, при зйомці кіноапаратом:

$$E_O = \frac{V \cdot F \cdot k}{c \cdot f},$$

де  $E_O$  (м) – оптимальна знімальна відстань,  $V$  (м/с) – швидкість руху об'єкта зйомки,  $F$  (см) – фокусна відстань об'єкта,  $k$  – відношення часу експонування до часу зміни кадрів,  $c$  (см) – припустима величина різкості (роздільної здатності),  $f$  ( $1/c$ ) – частота кадрів.

При правильному виборі напрямку й відстані зйомки та при використанні кращих зразків фотоапаратури, не призначеної спеціально для вимірювання, вдається знизити відносну погрішність вимірювання координат до 1%. Погрішність вимірювання швидкості й тим більше прискорення в цьому випадку неприпустимо велика.

Невисока точність звичайної фотографії та кінозйомки стала причиною появи та розвитку фотограмметрії.

Фотограмметрія (від грецьк. *фотос* – світло, *грама* – запис, *метріо* – вимірюю) – науково-технічна дисципліна, що вивчає визначення розмірів, форми та положення об'єктів за їх зображеннями на фотознімках.

Фотограмметрія також вивчає й розробляє точні методи фотозйомки й, окрім того, методи автоматизованої обробки фотознімків і кінограм. У спорті фотограмметричні методи засновані на точній реєстрації й напівавтоматичній обробці циклограм.

У фотограмметрії використовують або одиночні знімки, або стереоскопічні пари знімків (*стереопари*). Розділ фотограмметрії, що вивчає об'єкти за стереопарами, називається *стереофотограмметрією*. При стереофотограмметричному дослідженні абсолютна погрішність вимірювання координат і переміщень може бути знижена до  $\pm 1$  мм. У цьому випадку відносна погрішність при вимірюваннях переміщень не перевищує 0,1%, а при вимірюваннях прискорень – 10%.

Підвищена точність стереофотограмметрії пояснюється властивостями *стереоскопічного (бінокулярного) зору*, що дозволяє відчувати взаємне розташування предметів у про-

сторі. Відомо, що будь-який рух людини не протікає лише в одній площині. Наприклад, під час бігу переміщення стопи в напрямку, перпендикулярному до основного руху, досягає 20 см. Стереоскопічний зір, на відміну від площинного, дозволяє зареєструвати це переміщення.

Для стереофотограмметричного аналізу рухів необхідна наступна апаратура: стереофотограмметрична камера, стробоскоп, стереокомпаратор і спеціальне електронно-обчислювальне обладнання.

*Стереофотограмметрична камера* складається із двох високочастотних фотознімальних апаратів, закріплених на твердій підставці. Відстань між їхніми об'єктивами називається базисом. Він установлюється з точністю до  $\pm 0,05$  мм.

Стереозйомку потрібно вести так, щоб фотографований об'єкт перебував у *стереоскопічному просторі*, тобто в полі зору обох об'єктивів. Необхідний стереоскопічний простір («перекриття») визначається, виходячи із завдання дослідження. Наприклад, якщо необхідно відзняти один цикл бігу, то в спортсмена вимірюють довжину подвійного кроку і приймають її за величину стереоскопічного простору.

Використовуються три основні варіанти взаємного розташування знімальних стереокамер:

1) *«нормальний випадок» стереофотозйомки*, коли оптичні осі об'єктивів перпендикулярні (нормальні) до базису; цей вид зйомки найбільш зручний з організаційної точки зору;

2) *«конвергентний випадок» стереофотозйомки*, коли кут між оптичними осями об'єктивів може приймати будь-яке значення; при цьому можна одержати більший стереоскопічний простір, але значно ускладнюються формули розрахунку справжніх координат об'єкта;

3) *двостороння (білатеральна) стереофотозйомка*, коли використовуються дві стереокамери, установлені ліворуч і праворуч від спортсмена; при цьому оптичні осі можуть бути спрямовані під будь-яким кутом до лінії руху спортсмена; цей вид зйомки необхідний, коли треба зареєструвати рух усіх частин тіла спортсмена.

Точність стереофотограмметричної реєстрації рухів залежить від погрішностей, внесених стереокамерою, а також стробоскопом і стереокомпаратором. Від стробоскопа потрібна висока синхронність зйомки обома камерами й висока стабільність частоти зйомки. Тому іноді відмовляються від механічного стробоскопа з обертовими обтюраторами й користуються електронним стробоскопом – генератором світлових імпульсів, що періодично висвітлюють спортсмена з боку зйомки. Зйомку в цьому випадку ведуть у напівзатемненому приміщенні.

*Стереокомпаратор* служить для вимірювання та реєстрації координат об'єктів на стереоскопічних парах знімків. Він складається з вимірювального стола, оснащеного біноклярним мікроскопом, пульта керування та друкуючого автомата (наприклад, стрічкового перфоратора). Фотознімки встановлюють на вимірювальному столі й, дивлячись у біноклярний мікроскоп, за допомогою ручних штурвалів сполучають вимірювальну марку з маркером спортсмена. Після цього друкувальний пристрій реєструє координати точки.

Знайдені на стереокомпараторі координати маркерів перетворюють у справжні координати на спеціальному обчислювальному обладнанні. Крім того, підрахувавши (за частотою зйомки) часові інтервали між сусідніми позами, можна автоматично розрахувати швидкість й прискорення.

Стереофотограмметрична реєстрація рухів – складний і трудомісткий процес, що вимагає коштовної апаратури. Витрати компенсуються тим, що стереофотограмметрія дозволяє дистанційно, безконтактно й найбільш точно вимірювати кінематичні характеристики рухів спортсмена.

*Відеомагнітофоном* називається апарат для запису на магнітофонну стрічку та відтворення зображення й звуку.

Магнітний відеозапис є порівняно новою галуззю техніки, яка швидко розвивається. Він має такі ж можливості, як кінозйомка, і, крім того, має деякі переваги. Головні з них полягають у тому, що відеозапис не вимагає часу на обробку запису на магнітній стрічці, дозволяє негайно контролювати за-

писане зображення й легко створює такі ефекти, як уповільнення й зупинка зображення.

Комплект апаратури для відеозапису складається з відеокамери, власне відеомагнітофона з магнітною стрічкою й обладнання для перегляду відеозапису (наприклад, телевізора). У відеокамері оптичне зображення перетворюється в електричний сигнал (*відеосигнал*), величина якого відповідає яскравості окремих елементів зображення. Відеосигнал, одержаний від відеокамери, має ту ж природу, що й електричний сигнал, одержаний від мікрофона при записі звуку. І в тому, і в іншому випадку на магнітну стрічку записується електричний коливальний процес.

Записати на магнітній стрічці електричний сигнал – це означає намагнітити її так, щоб зміни намагніченості уздовж доріжки запису відповідали вимірюванням електричного сигналу в часі. При відеозаписі на магнітній стрічці записуються електричні сигнали із частотою від 0 до  $6 \times 10^6$  Гц (1 Гц – одне коливання за секунду). Для порівняння: звукові сигнали змінюються з частотою від 20 до  $20 \times 10^3$  Гц.

Відеозапис проводиться з частотою 25 кадрів за секунду. Зображення на телевізійному екрані «рисується» електронним променем. Він рухається ліворуч і праворуч та зверху і вниз таким чином, що в одному кадрі розміщується 625 горизонтальних рядків. Яскравість променя в кожний момент часу пропорційна намагніченості стрічки. Так відбувається перетворення «магнітного» зображення в оптичне.

Відеомагнітофони бувають стаціонарними, портативними й портативними з можливістю тільки запису сигналу (відтворення запису здійснюється на іншому, універсальному, відеомагнітофоні). Портативні відеомагнітофони мають, як правило, акумуляторне живлення та стаціонарне живлення від мережі. Останні моделі портативних відеомагнітофонів важать менше чотирьох кілограмів.

Відеомагнітофони для запису кольорового зображення принципово не відрізняються від відеомагнітофонів для чорно-білого запису.

Відеомагнітофон – ефективний технічний навчальний засіб, оскільки дозволяє спортсменові подивитися на себе з боку. Ця інформація не є терміною, вона повідомляється спортсменові не в момент виконання вправи, а через деякий час. Але відеоапаратуру використовують і з метою одержання термінової інформації. Для цього відеокамеру приєднують безпосередньо до телевізора чи іншого обладнання, призначеного для перегляду зображення.

Вибір напрямку зйомки та знімальної відстані при відеозаписі спортивних рухів визначається тими ж способами, що й при площинній кінозйомці. Але відеозапис не піддають кількісному аналізу, оскільки точність його була б невелика. Аналіз відеозаписів здійснюється якісно, візуально.

### **3. Електромеханічні та телеметричні методи збору інформації про стан спортсмена**

Точність електромеханічних методів вимірювання залежить від точності телеметричного, реєстраційного та обчислювального обладнання, але, в першу чергу, від якості датчиків інформації. Їх найчастіше розміщують на спортсменові. Тому до них пред'являються тверді конструктивні вимоги: датчик повинен мати мінімальну вагу й габарити та не повинен сковувати рухи спортсмена.

Із усього різноманіття датчиків ми розглянемо лише ті, які призначені для реєстрації біоелектричних процесів і вимірювання найважливіших біомеханічних характеристик (сили, прискорення, швидкості, переміщення, маси та ін.).

У процесі життєдіяльності організму виникають біоелектричні сигнали, що називаються біопотенціалами. Відбиваючи фізико-хімічні наслідки обміну речовин, вони є інформативними показниками протікання фізіологічних процесів.

Біопотенціали є складними коливаннями несиметричної форми. Частотний склад і амплітуда цих коливань залежать від джерела біопотенціалів. У спорті найбільшого поширення набули електрокардіографія (запис біопотенціалів серця) й електроміографія (запис біопотенціалів скелетних м'язів).

Біопотенціали можуть бути зафіксовані на поверхні тіла, для чого досить прикласти до шкіри датчики (*електроди*), підключені до підсилювача біопотенціалів. Електричний опір між електродами (*міжелектродний опір*) складається з незначного опору внутрішнього середовища організму та суми опорів шкіри в місцях накладання електродів.

Міжелектродний опір повинен бути низьким. Його зниження необхідне як для збільшення амплітуди біопотенціалів, які реєструються, так і для підвищення стійкості вимірювальної системи до перешкод. При низькому міжелектродному опорі величина та форма біопотенціалів не залежать від його коливань, які виникають при рухах спортсмена чи при зсуві електрода у випадку удару по ньому (як це буває, наприклад, у боксі). Зниження міжелектродного опору забезпечують очищення шкіри в місцях накладання електродів спиртом або сумішшю спирту з ефіром і втирання спеціальної електродної пасти, яка, крім того, повинна заповнювати й внутрішню порожнину електрода. Така нескладна спеціальна процедура зменшує товщину рогового шару шкіри, підсилює в ній кровообіг і завдяки цьому знижує міжелектродний опір до 10 кілоом (кОм), чого в більшості випадків цілком достатньо для досягнення практичної мети. Однак іноді за умовами проведення дослідження потрібен ще більш низький міжелектродний опір. У цих випадках шкіру під електродами до втирання в неї електродної пасти варто масажувати до легкого почервоніння пемзою.

*Електрокардіограмою* називається крива зміни електричних потенціалів, які виникають при збудженні та скороченні серцевого м'яза. На точність реєстрації електрокардіограми впливає розміщення електродів у тих або інших точках тіла.

Прийняті в медицині стандартні відведення (фіксація електродів на кінцівках) застосовуються в спорті лише в умовах м'язового спокою. При дослідженнях, які проводяться під час фізичного навантаження, електроди розміщують на грудній клітці спортсмена. Електрокардіограма, яка реєструється

з поверхні грудної клітки, має амплітуду до 1–3 мВ і частотну від 0,1 до 100–200 Гц.

*Електроміограмою* називається крива зміни електричного потенціалу скелетних м'язів. Електроміографія використовується для визначення ступеня участі різних м'язів у русі, вивчення координації та рівня активності м'язів. Вона дозволяє досліджувати внутрішню структуру рухового акту й тим самим допомагає виявити найбільш раціональні й ефективні варіанти спортивної техніки. В електроміографії застосовуються два типи електродів: електроди з малою контактною поверхнею («*голчасті*»), які дозволяють реєструвати потенціали дії однієї чи кількох прилеглих рухових одиниць, і електроди з великою контактною поверхнею («*чашкові*»), за допомогою яких реєструється так звана *інтерференційна* (від лат. *inter* – взаємно, між собою та *ferio* – вдаряю) *електроміограма* (застосовується також термін «сумарна»). Чашкові електроди фіксуються на поверхні тіла в області досліджуваного м'яза. Електроміограма, яка здійснює реєстрацію з поверхні тіла, має амплітуду від кількох одиниць мікрвольт до 10–20 мілівольт і частотний спектр від одиниць до кількох сотень герц.

При дослідженні спортсменів найчастіше використовують чашкові електроди. Це металеві чашечки з нержавіючої сталі чи срібла діаметром 7–15 мм. Їх накладають на м'яз по ходу волокон уздовж його черевця. Гумова пластинка, на якій кріпляться електроди, приклеюється до шкіри клеєм і закріплюється зверху пластиром або гумовою манжетою.

Електроміографічне дослідження може бути використане для непрямого судження про розвинуте зусилля, ступінь м'язового напруження та рівень енерговитрат. У цих випадках застосовують електронні інтегратори, які перетворюють натуральну електроміограму в електричний сигнал, пропорційний її площі (рис. 2.14).

До біомеханічних характеристик відносяться динамічні (сила, момент сили) та кінематичні (положення, швидкість, прискорення) показники.



*Динамометрія* (від грецьк. *динамис* – сила, *метрио* – вимірюю) – розділ вимірювальної техніки, присвячений вимірюванню сил. При зміні сили окремих м'язових груп здавна користуються пружинними динамометрами: кистьовими, становими і т.д. Вони зручні й надійні у роботі, але мають обмежену область застосування, оскільки інерційні й не дозволяють простежити за характером зміни сили при швидкоплинних рухах.

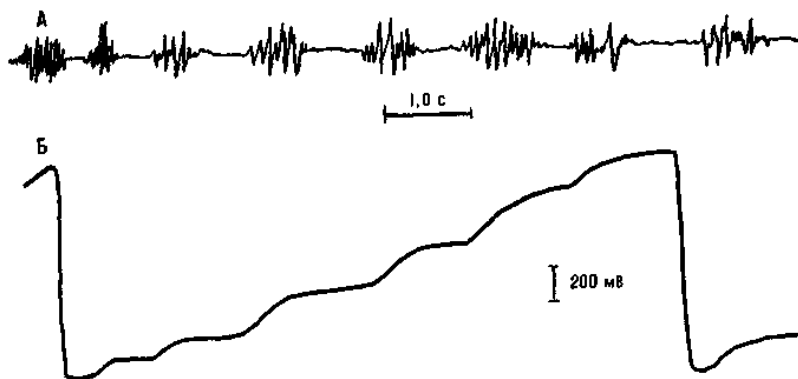


Рис. 2.14. Електроміограма (А) й інтегрована електроміограма (Б)

Значно перспективнішими є електромеханічні вимірювачі сили з тензодатчиками. Тензодатчики (лат. *tension* – напружую) служать для перетворення в електричний струм механічних напружень, які виникають у спортивному інвентарі чи спеціальному силовимірювальному елементі. Тензодатчик (найчастіше тензоопір) наклеюється на силовимірювальний елемент і підключається до мостової вимірювальної схеми тензопідсилювача. Сила, що розвивається спортсменом, викликає механічну деформацію елемента, у результаті чого деформується тензодатчик, змінюється його електричний опір і електрична напруга на виході вимірювальної схеми.

При наклеюванні датчиків потрібно дотримуватись певних правил. Насамперед місце наклеювання необхідно ретельно знежирити. Приклеювати тензодатчик найкраще ція-

криновим або целулоїдним клеєм, клеєм БФ-2, БФ-4, які є розчином целулоїду в ацетоні. Місце наклейки й датчик варто двічі промастити тонким шаром клею, з інтервалом 10 хв., після чого датчик міцно притиснути до місця наклеювання, намагаючись видавити зайвий клей і пухирці повітря. Після просихання датчики для захисту від вологи треба покрити ще одним шаром клею чи лаку.

Дуже важливо правильно вибрати силовимірювальний елемент (місце фіксації тензодатчиків). У веслуванні датчики наклеюють на конус кочета чи весло (між рукояткою та кочетом), на підніжку й на банку. У гімнастиці силовимірювальним елементом служать бруси, кільця, ручки коня і т.д.

Реакцію опори при відштовхуванні можна виміряти за допомогою тензоустілок і тензоплатформ. На жаль, через те, що положення стопи при відштовхуванні змінюється, при використанні тензоустілок (їх вкладають у шипівки) важко, а часом і неможливо визначити напрямок сили реакції опори.

Широке поширення в спорті одержали тензодинамографічні платформи. Їх установлюють під покриттям бігової доріжки чи доріжки розбігу в секторі для стрибків, волейбольного чи баскетбольного майданчика. За допомогою тензодинамографічних платформ вимірюють вертикальну й горизонтальну складові опорної реакції.

Перед початком вимірювання динамометричну установку необхідно відтарувати. Процес *тарування* полягає в тому, що до силовимірювального елемента прикладають одне за іншим різні зусилля (від нуля до максимуму) і реєструють електричні сигнали, відповідні до різних значень сили. Тарування дає можливість при аналізі тензометричних записів відрозуміти результат виміру безпосередньо в одиницях сили – ньютонів (Н).

Поряд з тензоопорами для вимірювання сил використовуються п'єзокристалічні та п'єзокерамічні датчики. *П'єзоелектричний ефект* полягає в появі електричних зарядів на поверхні деяких матеріалів (наприклад, кристалів кварцу) при їх деформації. Чим більша сила діє на п'єзодатчик, тим

більшим буде електричний сигнал. Недоліком п'єзодатчиків є їх крихкість. Вони легко стають непридатним при сильному ударі по силовимірювальному елементу (так само, як і п'єзоелектричний звукознімач звичайного електропрогравача).

*Акселерометрія* (лат. *accelero* – прискорюю) – розділ вимірювальної техніки, присвячений вимірюванню прискорень.

Найбільшого поширення в спорті набули датчики прискорення, які використовують тензо- і п'єзоєфект. І в тому, і в іншому випадку вимірюється сила інерції, яка виникає при прискоренні чи гальмуванні рухомого тіла\*. Тензоопори чи п'єзокристалічні (керамічні) пластинки наклеюються на пружний елемент. Прискорення викликають його деформацію й зміну електричного потенціалу на п'єзодатчику чи опорі тензодатчика.

Зрозуміло, що один пружний елемент здатний сприймати прискорення лише в одній площині. Для реєстрації повного вектора прискорення (у трьох площинах) в одній конструкції монтують три однакові датчики й орієнтують їх перпендикулярно один до одного, подібно осям декартових координат.

Тензометричні датчики прискорення міцніші п'єзодатчиків, однак вони більш інерційні та громіздкі. Тарування датчиків прискорення здійснюється на вібростенді – обладнанні, яке створює дозовані прискорення.

Швидкість спортсмена чи окремих частин його тіла можна визначити шляхом розрахунку. Але існують і такі методи вимірювання, які безпосередньо призначені для вимірювання швидкості.

Відрізняється простотою *спідограф* В. М. Абалакова. Тонка нитка цього приладу прикріплюється до спортсмена. Під час бігу він тягне за собою нитку й розмотує спеціальну катушку, швидкість обертання якої вимірюється.

Спосіб *спідометрії*, заснований на *ефекті Доплера*, дозволяє дистанційно й безконтактно вимірювати швидкість на

---

\* Сила інерції – сила, яка діє з боку тіла, що прискорюється, на тіло, що прискорює.

прямих відрізках дистанції. Датчиком у цьому випадку служить випромінювач ультразвукових або електромагнітних коливань, який направляє на спортсмена уздовж бігової доріжки. Ефект Допплера проявляється в тому, що при наближенні спортсмена до випромінювача частота відбитих від його тіла коливань ( $f_1$ ) виявляється вищою, ніж частота коливань випромінювача ( $f_2$ ), а при віддаленні спортсмена від випромінювача, навпаки, нижчою.

Швидкість бігуна (гребного судна, автомобіля і т.д.) автоматично обчислюється за формулою:

$$V = C \frac{f_1 - f_2}{f_2}$$

де  $C$  – швидкість поширення ультразвукового чи електромагнітного випромінювання.

*Гоніометрію* (грецьк. *гоніа* – кут) називають методи вимірювання кутових переміщень (суглобних переміщень або кутових переміщень спортивного інвентарю, наприклад, весла в академічному веслуванні).

Найчастіше використовується електрогоніометрія: величини кутових переміщень перетворюються в пропорційну електричну напругу. З датчиків гоніограми найбільше поширення одержав *потенціометричний датчик*. Основним елементом його є змінний опір (потенціометр), вісь якого з'єднана з однією голкою гоніометра, а корпус – з іншою. Голки гоніометра розміщуються паралельно плечам досліджуваної кінематичної пари, причому вісь потенціометра повинна збігатися з віссю суглоба. При зміні суглобного кута змінюється електрична напруга, яка знімається з потенціометра. Тарування гоніометричної установки дозволяє відраховувати одержувані значення суглобних кутів безпосередньо в градусах. Для тарування встановлюють за транспортиром одне за іншим різні значення кута між голками гоніометричного датчика й вимірюють відповідні величини електричної напруги.

*Стабілографія* – реєстрація коливань тіла в положенні стоячи. У багатьох видах спорту здатність зберігати рівнова-

гу є важливим чинником спортивної майстерності. Крива зміни проекції координат центру мас тіла на горизонтальну площину називається *стабілограмою*.

При реєстрації стабілограми датчиком служить стабілографічна платформа, яка, як правило, є металевим майданчиком, закріпленим на тонкому сталевому стержні. Якщо загальний центр мас людини, що стоїть на ній, не проектується на центральну вісь стержня, то під дією ваги тіла він деформується: одна з граней стискається, а інша, протилежна, розтягується. Цю деформацію вимірюють тензоопори, наклеєні на кожну грань стержня. Стабілограма реєструється двокоординатним самописцем або двокоординатним електронно-променевим осцилоскопом.

Стабілографія використовується в тренажерах, призначених для розучування вправ на рівновагу. Поряд із цим вона дозволяє проводити тестування стану нервової системи спортсмена, а інколи фіксувати інші збудливі засоби.

Вимірювання лінійних переміщень здійснюється оптичними й оптико-електронними методами.

Інші способи вимірювання лінійних переміщень поділяються на дві групи. До першої входять прості, загальнодоступні механічні способи. Усім відома, наприклад, стрічка В. М. Абалакова, призначена для вимірювання висоти висстрибування: спортсмен стрибає вгору й плечима тягне за собою кінець вимірювальної стрічки.

Другу групу становлять способи, які використовують явище *електромагнітної індукції*. Індуктивні датчики дуже чутливі й дозволяють реєструвати незначні переміщення. Наприклад, для реєстрації тремтінь зброї стовбур гвинтівки оснащується випромінювачем електромагнітних хвиль (невеликою котушкою, по якій пропускають електричний струм) і міститься в центрі квадратної вимірювальної рамки, утвореної чотирма котушками індуктивності. Котушки служать приймачами випромінюваних ствольним зрізом електромагнітних хвиль і з'єднані так, що з кожної пари паралельних ко-

тушок знімається сигнал, рівний різниці наведених у них електричних сигналів. У результаті вимірювальна рамка фіксує горизонтальні й вертикальні переміщення ствола. Синхронна реєстрація коливань центру мас стрілка (методом стабілографії) та коливань зброї дозволяє аналізувати техніку прицілювання, виявляти слабкі місця у підготовці стрільця.

*Телеметричні системи* (грецьк. *теле* – далеко) служать для передачі інформації від датчиків на обладнання реєстрації даних. Відомо багато різновидів телеметричних систем; вони відрізняються одна від одної насамперед фізичною природою носія інформації. У *кабельній телеметрії* цю роль виконує потік електронів, у *радіотелеметрії* – радіохвилі, у *гідротелеметрії* – ультразвукові коливання, які поширюються у воді.

Електрокардіограму, гоніограму, динамограму, електроміограму й інші показники життєдіяльності організму спортсмена легше всього записати по кабелях. Перевага кабельної телеметрії полягає в її простоті та високій стійкості до перешкод. Основний недолік – обмежена рухливість спортсмена, труднощі використання кабельних телеметричних систем у боротьбі, боксі, спортивних іграх та інших видах спорту, де спортсмен багато й активно переміщається.

*Радіотелеметрія* є галуззю радіотехніки, що розробляє методи автоматичної передачі по радіо інформації про результати вимірювань. Застосування радіотелеметрії в спорті дозволяє досліджувати спортсменів у природних умовах тренувань і змагань, при вільному переміщенні по стадіону чи спортивному майданчику.

Сукупність технічних засобів для передачі результатів вимірювань по радіо називається *радіотелеметричною системою*. Вона складається з передавача та приймача. *Передавач* складається з датчиків інформації з підсилювачами чи перетворювачами виміряних величин в електричний сигнал, блоку ущільнення радіоканалу, радіопередавача та передавальної антени. До складу *приймача* входить прийомна антена, радіоприймач і блок розділення каналу.

*Підсилювачі телеметричної системи* потрібні для того, щоб збільшити в кілька сотень (іноді в кілька тисяч) раз електричні сигнали, що утворюються в датчиках інформації. Крім того, підсилювачі служать оптимальними фільтрами й тим самим підвищують стійкість телеметричної системи до перешкод. Завдяки оптимальній фільтрації з суміші корисного сигналу й різних «перешкод» виділяється тільки корисний сигнал (наприклад, зубець R електрокардіограми) та гранично пригнічуються «перешкоди» (фон змінного струму та ін.). Якість підсилювача тим вища, чим менші його вага й габарити. Є повідомлення про дуже мініатюрні підсилювачі, які вміщаються, наприклад, на електрокардіографічному чи електроміографічному електроді.

У *багатоканальній радіотелеметрії* з метою економії застосовують «ущільнення» радіоканалу, коли по одній радіолінії передається кілька вимірюваних величин. Спосіб ущільнення визначається способом перетворення інфранизькочастотних (від лат. *infra* – нижче, під) і низькочастотних фізіологічних і біомеханічних сигналів у високочастотні радіосигнали. Сучасні радіотелеметричні системи будуються за принципом подвійного перетворення, коли інфранизькочастотні сигнали перетворюються в коливання звукової частоти, а ті, у свою чергу, – в сигнали радіочастоти.

Якість застосовуваних у спорті радіотелеметричних систем оцінюється їх технічними характеристиками. З погляду тренера, найважливішими з них є: кількість і перелік фіксованих сигналів, дальність дії, вага розташованого на спортсменові передавача, тривалість безперервної роботи без заміни джерел живлення, точність передачі інформації та можливість зручного зв'язку спортсмена з тренером реєстраційною апаратурою.

Радіотелеметричні системи бувають *одноканальними* та *багатоканальними*. Кількість каналів дорівнює кількості одночасно контрольованих показників. Серійна радіотелеметрична система «Спорт» дозволяє записувати електрокардіо-

граму, електроміограму, температуру тіла й автоматично обчислювати ЧСС і частоту дихання. Ця система може за бажанням тренера реєструвати або 4 показники в одного спортсмена, або по 2 показники одночасно у двох спортсменів, або по одному – в чотирьох.

Для того щоб результатом вимірювання можна було скористатися, він повинен бути представлений показаннями стрілок або індикаторних лампочок (*візуальна індикація*) або записаний у вигляді графіка чи послідовності цифр. Іноді застосовується слухова індикація: результат вимірювання перетворюється у звук певної гучності та тону.

Існують дві основні форми автоматичного запису результатів вимірювань: *аналоговий* (безперервний) – у вигляді графіка й *цифровий* – у вигляді цифр на стрічці цифроречатного обладнання чи у вигляді комбінацій отворів, які пробиваються на перфокарті чи перфострічці.

Найпростіша аналогова реєстрація, яка здійснюється *пір'яними самописцями* з чорнильним і тепловим записом. Носієм запису служить паперова стрічка, яка протягується з постійною швидкістю, з нанесеною на неї масштабною сіткою. Реєстраційний електричний сигнал перетворюється в перпендикулярні до руху паперу відхилення пера.

Свої переваги й недоліки мають і дуже широко поширені *самописці з фотозаписом*, або «шлейфні» осцилографи. Гальванометр такого самописця («шлейфа») влаштований подібно гальванометра струменевого самописця, але замість чорнильної помпи й отвору для викидання чорнила він містить на собі мініатюрне дзеркальце, яке передає світловий промінь на фотопапір або фотоплівку, які рухаються. Маса дзеркальця менша маси струменевого гальванометра, а інерція світлового променя менша за інерцію чорнильного струменя; тому швидкодія «шлейфного» осцилографа значно вища швидкодії струменевого самописця. Фотозапис дозволяє реєструвати процеси, частотний спектр яких досягає 5000–10000 Гц, що цілком достатньо для спортивних вимірювань.



Спроби вдосконалити техніку фотозапису привели до створення паперу, чутливого до ультрафіолетових променів і не реагуючого на промені видимої частини спектра. У момент опромінення ультрафіолетовим променем такий папір чорніє й не потребує наступної фотохімічної обробки. Гранична швидкодія *самописців з ультрафіолетовим записом* – 1000 Гц.

Відносна погрішність самописців з аналоговим записом лежить у межах 5–10%, а в пір'яних самописцях буває ще вищою. Знизити погрішність до 1–3% при аналоговому записі вдається лише в окремих, досить складних приладах.

Суттєво підвищити точність дозволяє заміна аналогових реєстраційних обладнань цифровими. При цифровому записі реєстраційне обладнання практично не допускає помилок в результати вимірювань. Але таке підвищення точності досягається ціною значного ускладнення й подорожчання реєстраційної апаратури: вступний сигнал повинен бути перетворений у цифрову форму, а для цього доводиться включати до складу вимірювальної системи складний електронний прилад – аналого-цифровий перетворювач.

Із цифрових самописців найпоширенішими є цифродрукувальне обладнання та перфоратори. Цифродрукувальне обладнання є різновидом друкарської машинки з електричним керуванням: результат вимірювання при цифродруку подається у вигляді послідовності цифр. Сучасне швидкодіюче цифродрукувальне обладнання дозволяє друкувати кілька тисяч знаків за секунду.

*Перфоратори* призначені для запису інформації шляхом пробивання отворів (перфорацій) на перфокартах і перфострічках. Найбільш досконалі перфоратори розроблені в обчислювальній техніці, де вони служать входним і вихідним обладнанням цифрових обчислювальних машин.

Сприйняття одержуваної інформації візуально чи на слух називається *індикацією*. Прилади, які здійснюють таке сприйняття можливим, називаються *індикаторами*. Індикатори поділяються на стрілочні й цифрові.

*Стрілочний індикатор* складається з вимірювальної шкали, рухомого покажчика результату (стрілки) та механізму, який управляє положенням стрілки. Стрілочні індикатори широко поширені. Годинник, барометр, пружинний динамометр, спідометр автомобіля оснащені стрілочними індикаторами.

*Цифрові індикатори* несуть інформацію про результат вимірювань у найбільш зручній формі – у вигляді цифр. Особливу користь ці індикатори приносять там, де необхідні висока точність вимірювання та швидкість зчитування результату. Спеціальні дослідження показують, що при використанні цифрового індикатору людина допускає у 20–60 разів менше помилок, ніж при зчитуванні показань стрілочного приладу.

### ***Контрольні питання:***

1. Які є групи технічних засобів контролю в спорті?
2. Перерахуйте інструментальні методи контролю стану спортсменів.
3. Які існують оптичні й оптико-електронні методи реєстрації рухів?
4. Назвіть електромеханічні та телеметричні методи збору інформації про стан спортсмена.

### ***Література:***

1. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
2. Платонов В. Н. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті / В. Н. Платонов. – К. : Олімпійська література, 2004.
3. Уткин В. Л. Измерения в спорте (введение в спортивную метрологию) / В. Л. Уткин. – М., 2001.
4. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – М., 2006.

## Розділ 3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### Лабораторна робота № 1. Точність вимірювання, похибка вимірювання

**Мета роботи:** Засвоєння понять, що характеризують якість вимірювання: точність вимірювання, похибка вимірювання.

#### Теоретичні відомості

Похибкою результату вимірювання називається різниця між результатом вимірювання та істинним (фактичним) значенням вимірюваної величини.

Точністю вимірювання називається наближення похибки до нуля.

За закономірностями прояву похибки бувають:

- систематичні, тобто завжди присутні при даному вимірюванні, мають постійну чи закономірно змінну величину;
- випадкові, тобто змінюються випадково при однаково ретельних вимірюваннях;
- грубі помилки – ці результати виключаються з розгляду.

Залежно від джерела розрізняють похибки:

- інструментальні, які є наслідком конструктивних недоліків вимірювальної апаратури (основна похибка) чи неправильної її експлуатації (додаткова похибка);
- методичні, які є наслідком неправильного вибору методу вимірювання на підставі хибних теоретичних установок;
- особисті, викликані індивідуальними особливостями спостерігача (експериментатора).

За способом розрахунку розрізняють похибки абсолютні й відносні.

Величина  $\Delta A = A - A_0$ , рівна різниці між показником вимірювального приладу ( $A$ ) і дійсним значенням вимірюваної величини ( $A_0$ ), називається абсолютною похибкою вимірювання. Вона вимірюється в тих же одиницях, що й сама вимірювана величина.

На практиці часто зручніше користуватися не абсолютною, а відносною похибкою. Відносна похибка вимірювання буває двох видів – дійсна та розрахункова. Дійсною відносною похибкою називається відношення абсолютної похибки до дійсного значення вимірюваної величини:

$$\Delta A_{Д} = \frac{\Delta A}{A_0} \cdot 100\%$$

Розрахункова відносна похибка – це відношення абсолютної похибки до максимального можливого значення вимірюваної величини:

$$\Delta A_{П} = \frac{\Delta A}{A_{м}} \cdot 100\%$$

У тих випадках, коли оцінюється не похибка вимірювання, а похибка вимірювального приладу, за максимальне значення вимірюваної величини береться граничне значення шкали приладу. У такому розумінні найбільш припустиме значення  $A$ , виражене у відсотках, визначає в нормальних умовах роботи клас точності вимірювального приладу. При цьому враховується тільки основна похибка. Наприклад, пульсотаксометр класу точності 1,0, розрахований на вимірювання ЧСС у діапазоні до 200 уд./хв., може в нормальних умовах роботи вносити у вимірювання похибку, рівну  $200 \text{ уд./хв.} \cdot 0,01 = 2 \text{ уд./хв.}$

Відносні похибки, як правило, вимірюються у відсотках. При цьому знак абсолютної похибки не враховується: абсолютна похибка може бути і позитивною, і негативною, а відносна похибка завжди позитивна.

Для визначення випадкових похибок використовують методи математичної статистики.

Випадкові похибки виявляються при багаторазовому вимірюванні певної величини:

- а) при багаторазовому вимірюванні того самого об'єкта;
- б) при однократному вимірюванні множини об'єктів, які за вимірюваним показником вважаються однаковими (приклад, ЧСС спокою в лижників високої кваліфікації).

У цих випадках результатом вимірювання є середнє арифметичне  $\bar{X}$  :

$$\bar{X}_{\text{вимір.}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n},$$

де  $X_i$  – одиничний вимір,  $n$  – кількість вимірювань.

Коливання одиничних результатів відносно  $\bar{X}$  визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}},$$

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення результатів вимірювання від  $\bar{X}$ , його називають середньою квадратичною похибкою певної кількості вимірювань. Вона виражена в одиницях вимірюваної величини. Її відносне значення називають коефіцієнтом варіації  $V\%$ :

$$V\% = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

### **Порядок виконання роботи**

1. Виконати вимірювання.

Можливі два варіанти вимірювання:

А. Зробити вимірювання довжини (стола чи кімнати) в сантиметрах трьома способами, результати занести в таблицю:

а) візуально «на око» – це  $X'_{\text{вимір.}}$  (виконують усі студенти);

б) лінійкою 50 см – це  $X''_{\text{вимір}}$ . (його виконує 1 студент);

в) рулеткою 2 м чи 5–10 м – це  $X_{\text{істин.}}$ . (виконує 1 студент).

Б. Виміряти пальпаторно ЧСС спокою:

а) за 10" –  $X'_{\text{вимір.}} = \text{ЧСС}10 \cdot 6$ ;

б) за 30" –  $X''_{\text{вимір.}} = \text{ЧСС}30 \cdot 2$ ;

в) за 60" –  $X_{\text{істин.}}$ .

2. Таблиця результатів вимірювання та розрахунків

	$X'_{\text{вимір.}}$	$X''_{\text{вимір.}}$	$X_{\text{істин.}}$
Абсолютна похибка			
Відносна похибка, %			
Джерело похибки			
Закономірність прояву			

Обчислити значення абсолютної та відносної похибок. Результат занести в таблицю. Вказати джерело похибки та закономірність її прояву.

### Контрольні питання:

1. Яка з розрахованих похибок є:
  - а) інструментальною, методичною, особистою?
  - б) систематичною та випадковою?
  - в) абсолютною і відотною?
2. Які заходи потрібно прийняти для зменшення систематичної похибки та випадкової похибки?
3. У яких випадках виправдано подання похибки в абсолютному виді й у відносному виді?

### Література:

1. Зациорский В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 152 с.
2. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.

3. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
4. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.

## **Лабораторна робота № 2. Основні поняття теорії тестів**

**Мета роботи:** Закріпити основні поняття теорії тестів.

### **Теоретичні відомості**

Тест – вимірювання чи випробовування, проведене для визначення стану чи здібностей спортсмена з якомога більшою точністю. Кожен тест, як правило, призначений для оцінювання переважно якоїсь однієї чи кількох якостей, які визначають спортивний результат. У зв'язку із цим розрізняють: простий тест – призначений для оцінювання якоїсь однієї фізичної якості (швидкість); комплексний тест – його результат залежить від рівня кількох якостей (швидкісно-силові здібності); батарею тестів – застосовують для контролю за загальною чи спеціальною фізичною підготовкою.

Крім того, розрізняють наступні види тестів: 1) тест у стані спокою (наприклад, частота дихання при відсутності рухової активності); 2) максимальний функціональний або руховий тест, коли потрібна максимальна реалізація функціональних або рухових можливостей (наприклад, у тестах «затримка дихання на видиху» чи «стрибок у довжину з місця»); 3) стандартна функціональна проба, яка виконується при чітко дозованому помірному навантаженні, її результат у найменшій мірі залежить від мотивації (наприклад, зміна ЧСС в ортостатичній пробі).

Точність результатів тестування забезпечується при дотриманні наступних вимог, що пред'являються до тесту:

- 1) стандартність – чітке дотримання методики тестування;
- 2) надійність – повторюваність результатів при багаторазовому тестуванні;
- 3) інформативність – відповідність тесту меті тестування;
- 4) наявність системи оцінок, що забезпечує адекватне педагогічне судження про результати тесту.

### **Тестування**

а) Тести:

Тест 1: затримка дихання на вдиху – проба Штанге.

Тест 2: затримка дихання на видиху – проба Генча.

б) Опис тестів:

Обладнання: ручний цифровий секундомір.

Тест 1.

Час затримки дихання на вдиху (проба Штанге) вимірюють після 3–5-хвилинного відпочинку. Спортсмен у положенні стоячи робить три глибокі вдихи й на неповному (~80%) 4-ому вдиху, затиснувши ніс пальцями, затримує дихання (рот закритий). Одночасно секундометрист включає секундомір. При першій же спробі відновити дихання секундомір вимикається.

Тест 2.

Для визначення часу затримки дихання на видиху (проба Генча) спортсмен після повного видиху й вдиху знову видихає й затримує подих. Одночасно включається секундомір. При першій же спробі вдихнути повітря секундомір вимикається.

в) Результат тесту: вимірювання провести один раз. Показання секундоміра записати (пробу Штанге – у графу  $X_i$ , пробу Генча – у графу  $Y_i$ ).

г) Додаткові зауваження:

- між тестом 1 і тестом 2 зробити паузу 5–7 хвилин,
- вимірювання проводити в положенні стоячи,
- при затримці дихання не робити ніяких рухів,



– перед кожним заліковим вимірюванням зробити одне пробне вимірювання у півсили.

д) Таблиця для запису результатів тестування й розрахунків (табл.3.1).

Таблиця 3.1

№ з/п	Досліджуваний	Стать	Результати тестування		Розрахунок статистичних характеристик			
			Тест 1	Тест 2	Тест 1		Тест 2	
			$X_i$	$Y_i$	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$Y_i - Y$	$(Y_i - Y)^2$
1								
2								
3								
.								
.								
n								
$\Sigma$			$\Sigma X_i$	$\Sigma Y_i$	$\Sigma X_i - X$	$\Sigma (X_i - X)^2$	$\Sigma Y_i - Y$	$\Sigma (Y_i - Y)^2$

### Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняттю «тест».
2. Для чого використовують батарею тестів?
3. Які є види тестів?
4. Які вимоги висуваються до тесту для забезпечення точності результатів тестування?

### Література:

1. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
2. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
3. Лях В. И. Тесты в физическом воспитании / В. И. Лях. – М., 1998.
4. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
5. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.

### Лабораторна робота № 3. Перевірка надійності тесту

**Мета роботи:** уточнити уявлення про стандартизацію процедури тестування та перевірку надійності тестів.

#### Теоретичні відомості

Надійністю тесту називається ступінь збігу результатів при повторному тестуванні тих самих людей в однакових умовах. Якщо надійність оцінюється при дворазовому тестуванні, розраховують коефіцієнт надійності **r<sub>tt</sub>**, використовуючи метод кореляції. При більшій кількості паралельних випробувань застосовують дисперсійний аналіз.

Якщо значення  $r_{tt} < 0,75$  – тест ненадійний. Основні причини низького збігу результатів при повторному тестуванні наступні: погана інструкція, недосконала методика тестування, невдалий метод визначення результату тесту, суб'єктивні особливості осіб, що проводять і оцінюють тест. Для підвищення надійності тесту уточнюють методику тестування, збільшують кількість спроб у тесті, змінюють спосіб визначення результату тесту (наприклад, не максимальний, а середній), збільшують кількість експертів (якщо результат залежить від їхніх оцінок) і т.п. Надійність тестів залежить від виду тесту: найбільш надійні тести, які виконуються у стані спокою й стандартні функціональні проби, в яких краще забезпечується стандартність процедури тестування, а результат тесту мінімально залежить від мотивації й вольових якостей досліджуваних.

Різновиди надійності тесту: відтворюваність, узгодженість, еквівалентність, стабільність.

Перевірка надійності тесту здійснюється при його розробці з метою вдосконалення методики тестування й уточнення опису тесту.

Спочатку перевіряється відтворюваність тесту шляхом багаторазового повторення тестування тим самим експериментатором, тих самих осіб у тих самих умовах.

Після досягнення високої відтворюваності тесту створюють чіткий опис тесту й потім перевіряють його узгодженість: тест проводять різні експериментатори на цій же (чи такій же) групі.

Якщо при проведенні контролю необхідно використовувати тести однакової спрямованості, але які мають будь-які відмінності (за координацією, інвентарем, кількістю спроб і т.п.), перевіряють їх еквівалентність.

Якщо потрібно врахувати вплив на результати тестування часового проміжку (годин, днів, тижнів, місяців, років), перевіряють стабільність тесту. По суті, це перевірка стабільності досліджуваної ознаки, її стійкості в часі.

### **Порядок виконання роботи**

1. Тести (опис даних на попередньому занятті):

- а) Затримка дихання на вдиху (проба Штанге);
- б) Затримка дихання на видиху (проба Генча).

2. Опис експерименту:

- а) Згідно з описом виконати пробу Штанге (в положенні стоячи). Записати результат.
- б) Побудувати таблицю для запису результатів (табл.3.2).
- в) Через 5–7 хвилин після 1-го вимірювання повторити пробу Штанге. Записати результат.
- г) Внести в таблицю результати проби Штанге:

$X_{ш1}$  – результат минулого заняття

$X_{ш2}$  – 1-е вимірювання

$Y_{ш}$  – 2-е вимірювання

- д) Виконати пробу Генча. Записати результати в таблицю:

$X_{г}$  – результат минулого заняття

$Y_{г}$  – останнє вимірювання

- ж) Використовуючи метод кореляційного поля, дати орієнтовну оцінку надійності цих тестів.

- з) Розрахувати методом кореляції коефіцієнт надійності (відтворюваності) проби Штанге. Цей розрахунок можна задати для самостійної роботи.

Таблиця 3.2

**Таблиця результатів тестування**

№ п/п	Досліджу- ваний	Проба Штанге			Проба Генча	
		$X_{ш1}$	$X_{ш2}$	$Y_{ш}$	$X_{г}$	$Y_{г}$
1		Результати поперед- нього заняття			Результати поперед- нього заняття	
2						
3						
.						
.						
n						

**Контрольні питання:**

1. Визначте поняття «надійність тесту».
2. Як перевірити надійність тесту?
3. Як підвищити надійність тесту?
4. Перерахуйте види надійності тесту.

**Література:**

1. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
2. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
3. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004.
4. Уткин В. Л. Измерения в спорте / В. Л. Уткин. – М., 1998.

**Лабораторна робота № 4.**  
**Оцінка інформативності тесту**

**Мета роботи:** Навчитись оцінювати інформативність тесту.

**Теоретичні відомості**

Тест подібний до вимірювального методу. Призначення тесту визначене в його назві. Один і той же тест можна

використовувати з різною метою. При постановці кожної нової мети тестування необхідно перевіряти інформативність даного тесту, вибираючи відповідний критерій інформативності. Мета контролю завжди ширша за мету тестування. Тест, інформативність якого перевірена, може бути включений у програму контролю як один з її елементів.

Наприклад, призначення тесту «стрибок угору з місця» – визначити висоту вистрибування. Мета тестування: оцінити вплив тренувального навантаження (за різницею результатів тесту до й після тренування). Мета контролю: оцінювання ефективності методики тренування важкоатлетів у межах мікро-, мезо- та макроциклів.

Інформативністю тесту називають ступінь точності, з якою за результатами тестування можна судити про контрольовану властивість (якість), тобто ступінь відповідності тесту – мета тестування. Наприклад, за допомогою тестів виявляють головні фактори, від яких залежить результат у змагальній вправі. Вибір інформативних тестів здійснюється спочатку на підставі логічного порівняння характеристик змагальної вправи з біомеханічними, фізіологічними й іншими характеристиками тесту. Якщо такого аналізу недостатньо, проводять емпіричну перевірку. Для цього результати тестування порівнюють із критерієм інформативності тесту, тобто з показником, який заздалегідь точно відображає вимірювану якість.

Залежно від мети тестування як критерій інформативності можуть бути використані:

- 1) змагальний результат;
- 2) певна характеристика змагальної вправи (біомеханічна, фізіологічна, біохімічна й т.п.);
- 3) кваліфікація спортсменів, вік, стаж занять;
- 4) результат більш точного, але складного тесту чи комплексу тестів (табл. 3.3);
- 5) характеристика тренувального навантаження чи стану спортсмена;

6) спеціалізація, амплуа, стать;

7) думка експертів.

Наприклад, щоб дізнатися, чи можна за результатами тесту заздалегідь визначити результати виступу спортсменів на найближчому змаганні, потрібно до змагання провести тестування, а потім результати тесту порівняти з результатами цього змагання й розрахувати коефіцієнт інформативності  $r_{tk}$ , тобто коефіцієнт кореляції між результатами тесту та критерієм (змагальним результатом). Відмінна інформативність тесту – при  $r_{tk} > 0,9$ , низька інформативність при  $r_{tk} < 0,7$ . Орієнтовна оцінка інформативності тесту можлива шляхом побудови кореляційного поля, яке відображає взаємозв'язок результатів тесту та критерію.

У випадку відсутності одиничного критерію інформативність тестів визначають методом факторного аналізу.

Залежно від мети тестування інформативність тесту є діагностичною, прогностичною та розпізнавальною.

Якщо метою тестування є оцінювання стану спортсмена в даний момент, визначають діагностичну інформативність тесту. В якості критерію інформативності можуть використовуватися: кваліфікація, спортивний результат, думка експертів, елемент змагальної вправи.

Якщо тест призначений для прогнозування спортивних досягнень або показників фізичного розвитку, визначають його прогностичну інформативність. У якості критерію інформативності використовують, залежно від мети прогнозу, або результати змагань, що пройшли після тестування, або прогноз експертів, або дефінітивні ознаки фізичного розвитку.

Якщо тест призначений для визначення амплуа спортсмена або для віднесення його стану до тієї чи іншої категорії, визначають його розпізнавальну інформативність. У якості критерію інформативності виступають приналежність до групи (спринтер – стаєр) або фіксована характеристика стану (до навантаження, під час навантаження, початок відновлення, стан спокою) і т.п.

## Порядок виконання роботи Тестування

Тест – Кистьова динамометрія

Призначення тесту: виміряти силу кисті,

Обладнання: кистьовий динамометр.

Виконання тесту: Вихідне положення – стоячи, динамометр на долоні, шкалою догори, рукояткою до пальців. Відвести руку убік і стиснути динамометр.

Результати тесту: Виконується одна спроба. Результат зчитується зі шкали приладу з точністю до однієї поділки шкали.

Додаткові зауваження:

– не дозволяються стрибки, кривляння, ривки, торкання інших предметів;

– якщо рука пітніє, треба скористатися крейдою чи магнезією.

$R_t$  – результат ранжування за критерієм інформативності (за вагою досліджуваних),  $R_k$  – результат ранжирування за результатами тестування (за виявленою силою кисті).

*Таблиця 3.3*

### **Результати тестування**

№	Прізвище, ім'я	стать	вага	сила кисті	$R_t$	$R_k$	$d = R_t - R_k$	$d^2$
1	С-а	ж	53	23	3	3	0	0
2	Н-а	ж	57	23	4,5	3	-1,5	2,25
3	С-а	ж	57	24	4,5	5	0,5	0,25
4	С-а	ж	52	20	2	1	-1	1
5	К-а	ж	46	23	1	3	2	4
6	Ш-х	ч	70	51	7	8	1	1
7	П-в	ч	79	53	10	9	-1	1
8	Л-п	ч	71	50	8	7	-1	1
9	И-н	ч	67	43	6	6	0	0
10	В-н	ч	74	61	9	10	1	1

### **Контрольні питання:**

1. Що таке інформативність тесту?
2. Як розрахувати інформативність тесту?
3. Які тести називаються діагностичними, прогностичними та розпізнавальними?

### **Література:**

1. Зациорский В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 152 с.
2. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
3. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
4. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
5. Лях В. И. Тесты в физическом воспитании / В. И. Лях. – М., 1998.

## **Лабораторна робота № 5.**

### **Кваліметричні методи оцінювання**

**Мета роботи:** ознайомитися з методами експертної оцінки: визначення ступеня узгодженості думок експертів.

### **Теоретичні відомості**

Кваліметрія (*cvalitas* – якість, *metron* – міра) – наука про вимірювання та кількісне оцінювання складних явищ і об'єктів, таких, як виконавська майстерність або якість спортивного екіпірування й т.п. В її основі – представлення складного якісного явища у вигляді «ієрархічного дерева» якостей, самий нижній рівень якого становлять характерис-



тики, які піддаються вимірюванню чи експертному оцінюванню (експертизі). Для відбору експертів проводять тестування.

Завданням експертів є: розробка «ієрархічного дерева», вибір вагових коефіцієнтів, оцінювання окремих характеристик. Наприклад, якість спортивного взуття – це його функціональна придатність + міцність + зовнішній вигляд. У свою чергу, функціональна придатність складається з таких властивостей, як безпека, гігієнічність, зручна застібка. Кожну з цих трьох якостей також можна деталізувати. Так складається «ієрархічне дерево», яке має кілька рівнів. Характеристики самого нижнього рівня оцінюють експерти, або вимірюють і переводять у бали. Остаточну оцінку об'єкта (в даному випадку якість взуття) одержують шляхом підсумовування окремих оцінок з урахуванням їх внеску (вагових коефіцієнтів).

**Методи експертної оцінки.** При роботі з експертами використовують метод анкетування. Ефективність експертизи залежить від якості анкет, форми питань (відкриті – закриті, прямі – непрямі), системи експертних оцінок.

**Коефіцієнт конкордації.** Існує кілька способів експертного оцінювання. Найпростіший – ранжування оцінюваних об'єктів у порядку їх значимості. При значній кількості порівнюваних об'єктів використовують метод попарного порівняння: одному з двох порівнюваних між собою об'єктів присвоюється 1, іншому – 0 (аналогічно турнірній таблиці), а отримані суми балів ранжують. Більшу розпізнавальну здатність має шкала оцінок. Шкала оцінок може містити 3, 5, 7, 9 рівнів прояву якості. У ході експертизи визначається узгодженість думок експертів за допомогою коефіцієнта конкордації. Його значення від 0 до 1 трактується подібно коефіцієнту кореляції. При низькій узгодженості думок після додаткових роз'яснень проводиться новий етап експертизи.

## Порядок виконання роботи

Таблиця 3.4

### Оцінювання якості викладання навчальних дисциплін

№ з/п	Навчальна дисципліна	Оцінки			Σ	Ранги
		I	II	III		
1	Математика	3	3	3	3	7
2	Психологія	4	5	5	4,5	3
3	Анатомія	5	2	3	3,7	6
4	Фізіологія	5	5	5	5	1,5
5	ТФК	4	5	4	4,2	4
6	Вікова психопатологія	5	5	5	5	1,5
7	Біохімія	4	4	4	4	5
8	Фізика	2	2	1	1,8	8

Навчальна дисципліна:

- професійна зацікавленість (I);
- стиль викладання (II);
- особистість викладача (III).

$$Q = \sum m_i q_i$$

$$\sum m_i = 1 \quad (m_1 = 0,5; m_2 = 0,3; m_3 = 0,2)$$

Таблиця 3.5

### Визначення якості викладання навчальних дисциплін

Бали	I	II	III
1	Не потрібний	Ніякий	Противна
2	Низька	Примітивний	Сіра
3	Середня	Посередній	Як усі
4	Значна	Нормальний	Цікава
5	Висока	Супер	Яскрава

**Висновок:** Серед навчальних дисциплін найкраще враження залишили фізіологія та вікова психопатологія.

## Експертна оцінка методом ранжування

Таблиця 3.6

### Оцінювання методом ранжування й розрахунок коефіцієнта конкордації

№ з/п	Навчальна дисципліна	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\Sigma x_i$	Ран-ги	Роз-мах $x_i$	d	d <sup>2</sup>
1	Математика	7,5	5	4	7	7	7	7	4	5	53,7	7	3,5	13	169
2	Психологія	4	3	6	6	4	5	1,5	5	6	40,5	5	4,5	0	0
3	Анатомія	2	8	3	1	3	2,5	3	2	7	31,5	3	7	-9	81
4	Фізіологія	5	4	5	4	1	2,5	4	3	1	29,5	2	4	-11	121
5	Вікова психопатологія	1	1,5	2	2	2	1	1,5	1	2	14	1	0,5	-26,5	702,25
6	Біохімія	6	7	7	3	5	4	6	6	4	48	6	4	7,5	56,25
7	Фізика	7,5	6	8	8	8	8	8	8	8	69,5	8	2	29	841
8	ТФК	3	1,5	1	5	6	6	5	7	3	37,5	4	6	-3	9
$\Sigma$											324				1980

#### Розрахунок коефіцієнта конкордації

Кількість експертів:  $m = 9$

Кількість предметів:  $n = 8$

$$\text{Середня } \Sigma \text{ рангів} = \frac{\Sigma \text{рангів}}{n} = \frac{324}{8} = 40,5$$

$$D = \Sigma_i - \text{середня } \Sigma$$

$$W = \frac{12 \cdot \Sigma d^2}{m^2(n^3 - n)} = \frac{23760}{40824} = 0,6$$

**Висновок:** коефіцієнт конкордації, що оцінює навчальні дисципліни, перебуває на середньому рівні.

#### Оцінювання еквівалентності двох методів експертизи за допомогою кореляції

Ранговий коефіцієнт кореляції:

$$R_s = \frac{1 - 6 \Sigma d^2}{n^2(n - 1)}, \text{ де } d = R_I - R_{II}$$

Таблиця 3.7

## Розрахунок рангового коефіцієнта кореляції

	Предмети							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I метод	7	3	6	1,5	1,5	5	8	4
II метод	7	5	3	2	1	6	8	4
d	0	-2	-3	-0,5	-0,5	-1	0	0
d <sup>2</sup>	0	4	9	0,25	0,25	1	0	0

Σ=14,5

$$r_s = \frac{1 - 6 \cdot 14,5}{64 \cdot 7} = 0,8$$

**Контрольні питання:**

1. Які методи експертного оцінювання Ви знаєте?
2. Що вивчає кваліметрія?
3. Розкрийте суть методу ранжування.
4. Розкрийте суть методу шкалювання.

**Висновок:** еквівалентність обох методів експертизи перебуває в задовільному взаємозв'язку.

**Література:**

1. Азгальдов Г. Г. О кваліметрии / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М., 2003.
2. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
3. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
4. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
5. Уткин В. Л. Измерения в спорте (введение в спортивную метрологию) / В. Л. Уткин. – М., 2001.

## **Лабораторна робота № 6.** **Види метрологічного контролю**

**Мета роботи:** закріпити відомості про особливості проведення різних видів контролю: етапного, поточного, оперативного.

Під дією тренувальних навантажень змінюється стан спортсмена. Розрізняють етапний, поточний та оперативний стан. Цілеспрямована зміна цих станів неможлива без відповідного контролю.

Етапний контроль проводять на початку та наприкінці тренувального етапу й визначають кумулятивний тренувальний ефект. Мета етапного контролю – оцінити рівень підготовленості спортсмена, досягнутий за період, етап, рік тренувальних занять для формування плану тренувальних навантажень на наступний етап тренувань.

Поточний контроль проводять щодня або в рамках мікроциклу й визначають відтермінований тренувальний ефект. Мета поточного – виявити повсякденні зміни стану спортсмена для своєчасної корекції плану найближчого тренувального заняття.

При оперативному контролі визначають терміновий тренувальний ефект. Мета оперативного контролю – визначити зміни стану спортсмена в ході виконання вправи або відразу після виконання з метою оперативної корекції навантаження чи техніки вправ.

### **Етапний контроль**

Етапний контроль у спорті носить найчастіше комплексний характер і включає тести, які відображають:

- 1) стан здоров'я, фізичний розвиток;
- 2) рівень фізичної підготовленості;
- 3) рівень техніко-тактичної майстерності.

За результатами цих тестів устанавлюється кумулятивний тренувальний ефект, проводиться аналіз специфічних та індивідуальних особливостей підготовленості спортсмена, її динаміки (наскрізні тести) і розробляються плани

тренувальних навантажень на наступні етапи тренувань.

У якості критеріїв інформативності при виборі тестів етапного контролю використовуються наступні показники: змагальні результати й окремі характеристики змагальної вправи; спортивна кваліфікація; стаж занять; вік; складові та загальні обсяги навантажень; думка експертів.

Надійність тестів етапного контролю залежить від їхнього виду: найбільшу надійність мають тестові показники стану спокою, а також результати стандартних проб. Результати максимальних рухових і функціональних тестів залежать від мотивації та вольових якостей спортсмена й тому менш надійні. Для етапного контролю слід використовувати тести, результати яких мало залежать від повсякденних змін у стані спортсменів.

### **Поточний контроль**

Основне завдання поточного контролю – збір і аналіз інформації, необхідної для планування навантажень або їх корекції в мікроциклах тренування. Мета корекції – наблизити реальні результати тренування до планових, не допускаючи при цьому патологічного перенапруження спортсмена. Вимірювані показники повинні відображати відтермінований тренувальний ефект, тобто зміни в організмі й ступінь відновлення його до початку нового тренувального мікроциклу.

Для поточного контролю застосовують фізіологічні, біохімічні, психорухові тести. Інформативність їх визначається на основі порівняння щоденної динаміки результатів тестування з такими критеріями інформативності, як: 1) показники тренувального навантаження в мікроциклі; 2) результати інших, завідомо інформативних тестів.

Надійними вважають тести, у яких варіативність результатів від дня до дня (при наявності зміни стану спортсмена) вірогідно більша варіативності від спроби до спроби. Найчастіше використовують тести спокою та стандартні функціональні проби.

## Оперативний контроль

Оперативний контроль проводиться для визначення зміни стану спортсмена при виконанні вправи чи відразу після виконання для встановлення термінового тренувального ефекту різних тренувальних завдань із метою оперативної корекції навантаження чи техніки вправ. Ці дані використовують також згодом при плануванні тренувальних навантажень.

При виборі інформативних тестів для оперативного контролю визначають наскільки вони чутливі до виконуваного навантаження (за принципом «доза – ефект»). Найбільш інформативними для оперативного контролю є біомеханічні та фізіологічні характеристики, а також психорухові тести. У якості критеріїв інформативності при виборі тестів оперативного контролю використовують: характеристики зовнішнього навантаження (обсяг, інтенсивність); досягнення у рухових завданнях (швидкість, дальність, час); якісні показники стану спортсмена (спокій – навантаження – відновлення). При перевірці надійності тестів оперативного контролю необхідне точне відтворення параметрів навантаження й упевненість, що стан спортсмена при повторному тестуванні такий же, як і при першому.

Коротке опитування за темою (табл. 3.8):

*Таблиця 3.8*

### *Опитування за видами контролю*

Питання	Вид контролю		
	етапний	поточний	оперативний
Терміни проведення	Під час вправи чи відразу після виконання	Один раз за мікроцикл	На початку й наприкінці етапу
Який тренувальний ефект визначається	Терміновий тренувальний ефект	Відтермінований тренувальний ефект	Кумулятивний тренувальний ефект
Організаційні особливості	Не спотворює тренувального процесу	Простий і без навантаження	Кілька тестів, необхідних і достатніх

## Оперативний контроль емоційного стану студентів на початку та наприкінці заняття

Тест – терміновість оцінки тимчасових інтервалів.

Мета тестування: визначення емоційного стану студентів.

Мета контролю: визначення впливу заняття спортивною метрологією на емоційний стан студента.

Логічне обґрунтування тесту: життєвий досвід і дослідження психологів показують, що при збудженому стані час хочеться прискорити, при загальмованому – він сприймається більш уповільнено.

Опис тесту: обладнання – ручний секундомір.

Проведення: уявне оцінювання заданого проміжку часу. Одна спроба.

Результат тесту:  $\pm\Delta t = t_{\text{вимір}} - t_{\text{задан}}$ .

Емпірична перевірка інформативності тесту, для якої вибираються два критерії інформативності:

- самооцінка емоційного стану за шкалою (с/о);
- ЧСС спокою.

*Таблиця 3.9*

**Таблиця результатів тестування**

№№ з/п	Прізвище	На початку заняття			Наприкінці заняття			ΔЧСС	Δс/о
		±Δt	с/о	ЧСС <sub>10</sub>	±Δt	с/о	ЧСС <sub>10</sub>		
1	А–н	-1	0	15	-1	0	13	-2	0
2	С–к	-2	-2	13	-1	-2	11	-2	-4
3	П–в	+2	0	12	0	0	11	-1	0
4	Г–в	-1	0	13	-2	+1	13	0	+1
5	В–в	-4	0	12	0	+1	11	-1	-3
6	Г–н	-1	+1	13	-3	-1	12	-1	-2
7	Д–в	0	0	8	0	-1	7	-1	-1
8	І–в	-6	0	10	-6	0	10	0	0
9	Ш–в	+2	+2	14	0	+2	12	-2	0



### **Контрольні питання:**

1. Що таке етапний контроль?
2. Поясніть мету поточного контролю.
3. Що таке відтермінований тренувальний ефект?
4. Що таке оперативний контроль?

### **Література:**

1. Зациорский В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 152 с.
2. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
3. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
4. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.

## Розділ 4. ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАТЬ

### **1. Що є предметом метрологічного контролю?**

1. Предметом метрологічного контролю є комплексний контроль у фізичному вихованні та спорті.
2. Предметом метрологічного контролю є система постійного контролю за тренувальною і змагальною діяльністю спортсменів.

### **2. Що ви розумієте під управлінням?**

1. Управління – це контроль за рівнем підготовленості спортсменів у підготовчому, змагальному та перехідному періодах.
2. Управління – це переведення будь-якої системи в бажаний стан або цілеспрямований вплив органу управління на об'єкт управління з метою його нормального функціонування.
3. Управління – це розробка модельних характеристик тренувальної і змагальної діяльності з метою цілеспрямованого планування підготовки спортсменів.

### **3. Що таке система?**

1. Системою називається сукупність будь-яких елементів, які утворюють єдине ціле.
2. Системою називається структура функціонування певного виду підготовки в тренувальному процесі спортсменів.
3. Система – це діяльність команди в процесі тренувань і змагань.

### **4. Що ви розумієте під контролем?**

1. Контроль – це тестування спортсменів з метою оцінки і аналізу їх рівня підготовленості.
2. Контроль – це визначення стану спортсмена на різних етапах їх підготовки.
3. Контроль – це цілеспрямований збір інформації для корекції педагогічного впливу тренера на спортсмена.

**5. *Що ви розумієте під терміновим тренувальним ефектом?***

1. Зміни в організмі, що настають під час виконання фізичних вправ і відразу після їх завершення, називаються терміновим тренувальним ефектом.
2. Терміновим тренувальним ефектом називається готовність спортсмена виконати наступну вправу після короткого відпочинку.
3. Готовність спортсмена показати кращий результат у наступній вправі, ніж в попередній, називається терміновим тренувальним ефектом.

**6. *Що ви розумієте під кумулятивним тренувальним ефектом?***

1. Високі показники в тестуванні після тривалого терміну тренування називаються кумулятивним тренувальним ефектом.
2. Зміни в організмі, що відбуваються в результаті сумарної кількості багатьох тренувальних занять, називаються кумулятивним тренувальним ефектом.
3. Готовність спортсмена до участі в змаганнях після тривалого навантаження, називається кумулятивним тренувальним ефектом.

**7. *Які завдання вирішуються в процесі етапного контролю?***

1. Вимірювання і оцінка різних показників на змаганнях, які завершують певний етап підготовки; побудова і аналіз динаміки характеристик навантаження на етапі підготовки; вимірювання і оцінка показників в спеціально організованих умовах у кінці етапу підготовки.
2. Аналіз змагальної діяльності в офіційних змаганнях; тестування підготовленості спортсмена відразу після закінчення офіційних змагань; побудова модельних характеристик змагальної діяльності після офіційних змагань.

**8. Які завдання вирішуються в процесі поточного контролю?**

1. Вимірювання показників змагальної діяльності відразу чи після поточного змагання; цілеспрямований збір інформації перед змаганнями і в процесі їх; побудова динаміки навантаження в умовах офіційного навантаження.
2. Вимірювання і оцінка показників на змаганнях, які завершують мікроцикл тренування; побудова і аналіз динаміки характеристик навантаження в мікроциклі тренування; реєстрація і аналіз щоденних змін підготовленості спортсменів, які викликані систематичними тренувальними заняттями.

**9. Які завдання вирішуються в процесі оперативного контролю?**

1. Вимірювання і оцінка показників у процесі змагальної діяльності; вимірювання і оцінка фізичних і фізіологічних характеристик навантаження, серії вправ, тренувального заняття; вимірювання і аналіз показників, які інформативно відображають зміни у стані спортсменів під час виконання вправ чи відразу після виконання.
2. Спостереження за змінами у змагальній діяльності спортсменів; побудова динаміки тренувальних навантажень у тижневому циклі тренувань; тестування підготовленості спортсменів після коротких тренувальних циклів.

**10. Вкажіть на правильну послідовність циклу управління процесом підготовки спортсменів.**

1. Характеристика структури тренуваності і змагальної діяльності (ЗД); виявлення і характеристика моделі тренуваності і ЗД; діагностика індивідуальних функціональних можливостей спортсмена; порівняння індивідуальних даних з модельними; визначення напрямків роботи і способів досягнення заданого

ефекту; підбір засобів і методів спортивного тренування; планування тренувального процесу; поетапне порівняння фактичних і запланованих результатів; корекція планів підготовки.

2. Характеристика загальної фізичної підготовки спортсменів (ЗФП); визначення найкращих спортивних досягнень у певному виді спорту; порівняння досягнень спортсменів із досягненнями спортсменів більш високого класу, удосконалення системи підготовки спортсменів; визначення основних етапів підготовки; проведення експериментальних досліджень з метою виявлення основних напрямків роботи; поетапний контроль тренувальної і змагальної діяльності; розробка індивідуальних планів підготовки; порівняння фактичних показників з модельними.

### ***11. Що ви розумієте під метрологічним забезпеченням вимірювання?***

1. Метрологічне забезпечення вимірювань – це використання наукових і органічних основ, технічних засобів, правил, норм, які необхідні для досягнення єдності і точності вимірювань у фізичному вихованні та спорті.
2. Метрологічне забезпечення вимірювань – це вимірювання будь-яких показників у фізичному вихованні і спорті на основі затверджених стандартних правил.

### ***12. Що таке стандарт у спортивній метрології?***

1. Стандарт – це затверджений керівною організацією документ, який дозволяє проводити вимірювання у фізичному вихованні і спорті.
2. Стандарт – це нормативно-технічний документ, який встановлює комплекс норм, правил, вимог до спортивних вимірювань.

3. Стандарт – це відповідний документ, який містить всі необхідні умови для проведення вимірювань у спорті і фізичному вихованні.
- 13. В якому році була прийнята Міжнародна системи одиниць СІ?**
  1. 1956 р.
  2. 1960 р.
  3. 1964 р.
  4. 1971 р.
- 14. Вкажіть, які основні одиниці вимірювань входять до Міжнародної системи одиниць СІ?**
  1. Ампер, вольт, метр, грам, секунда, моль, кандела.
  2. Метр, грам, година, ампер, градус, літр, радіан.
  3. Метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль, кандела.
  4. Метр, грам, секунда, вольт, кельвін, моль, кандела.
- 15. Коли була розроблена десяткова система мір?**
  1. У період Великої французької революції.
  2. У період Першої світової війни.
  3. У період Другої світової війни.
- 16. Які шкали вимірювань використовуються найбільш часто?**
  1. Шкала значень, шкала відносних значень, шкала порядку, шкала вимірювань абсолютних величин.
  2. Шкала найменувань, шкала порядку, шкала інтервалів, шкала відношень.
  3. Диференційна шкала, узгоджена шкала, прогресивна шкала, регресивна шкала.
- 17. Що ви розумієте під прямим вимірюванням?**
  1. Вимірювання, у якому величини використовуються з практичних даних.
  2. Вимірювання з урахуванням вимог щодо вимірювальних приладів.
  3. Вимірювання за допомогою приладу, який показує відповідний результат.

**18. Які ви знаєте похибки при вимірюванні?**

1. Основна, додаткова, абсолютна, систематична, випадкова.
2. Абсолютна, звичайна, відносна, додаткова, систематична.

**19. Що таке тарування?**

1. Перевірка приладів із метою визначення їх ефективності під час вимірювання.
2. Перевірка показань вимірювальних приладів шляхом порівняння з показниками еталонних значень мір (еталонів) у всьому діапазоні можливих значень вимірювальної величини.

**20. Що таке калібрування?**

1. Визначення похибки чи поправки для сукупності мір (наприклад, для набору динамометрів).
2. Визначення термінів дії того чи іншого вимірювального приладу.

**21. Що таке тест?**

1. Тест – це вимірювання або випробовування, яке проводиться для визначення стану чи здібностей спортсмена.
2. Тест – це процедура визначення готовності спортсмена до змагальних випробовувань.
3. Тест – це завчасно регламентований спосіб визначення рівня підготовленості спортсмена.

**22. Вкажіть, які основні вимоги повинні відповідати тестам?**

1. Повинна бути визначена мета вимірювання чи випробовування; процедура тесту повинна бути стандартною; розроблена система оцінок; визначена надійність тесту; визначена інформативність тесту.
2. Повинна бути визначена тривалість тесту; визначено спортсменів, які будуть брати участь в тестуванні; затверджена апаратура для фіксації результатів тесту; визначена надійність тесту; визначена практична значущість тесту.

**23. Що таке тестування?**

1. Тестування – це механізм визначення послідовності дій всіх учасників тестового випробування.
2. Тестування – це процедура виконання тесту.
3. Тестування – це завчасно спрямований спосіб отримання результатів тесту.

**24. Які тести відносяться до рухових тестів?**

1. Рухові тести – це випробування, основою яких є виконання фізичних вправ з максимальною інтенсивністю.
2. Рухові тести – це тести, в основу яких покладено виконання фізичних вправ на основі чітко сформульованих рухових навичок.

**25. Які тести відносять до стандартних функціональних проб?**

1. Стандартні функціональні проби – це тести, коли необхідно виконати стандартне навантаження після чітко регламентованої розминки.
2. Стандартні функціональні проби – це тести, коли всім спортсменам пропонується виконати однакове завдання, а результат тесту оцінюється реакцією організму на це завдання.

**26. Які тести відносять до максимальних функціональних проб?**

1. До максимальних функціональних проб відносять тести, коли спортсмену ставляться завдання показати максимально можливий результат.
2. До максимальних функціональних проб відносять тести, коли спортсмен продовжує виконувати певну роботу в стані значної втомленості.

**27. Які тести відносять до гетерогенних?**

1. Гетерогенні тести – це тести, результат яких залежить від двох чи більше факторів.
2. Гетерогенні тести – це тести, результат яких залежить в основному від одного фактора.



**28. Що таке надійність тесту?**

1. Надійність тесту – це високий функціональний зв'язок між всіма спробами при виконанні тесту.
2. Надійність тесту – це сукупність збігу результатів при повторному тестуванні однієї групи людей в однакових умовах при стандартній процедурі тестування.

**29. Що таке інформативність тесту?**

1. Інформативність тесту – це ступінь точності, з якою він вимірює ту чи іншу властивість.
2. Інформативність тесту – це якісні характеристики тестової і змагальної вправи.
3. Інформативність тесту – це можливість передбачити змагальний результат на основі аналізу тестової вправи.

**30. Що таке оцінка?**

1. Оцінка – це визначення рівня виконання того чи іншого завдання.
2. Оцінка – це процедура порівняння виконаної роботи, з одного боку, і визначення її якості певним числом, з іншого.
3. Оцінка – це уніфікована міра успіху в якому-небудь завданні або тесті.

**31. Що таке шкала оцінок?**

1. Шкала оцінок – це правило, за яким спортивні результати перетворюються в очки.
2. Шкала оцінок – це здійснення порівняльної процедури з метою визначення успіху в змаганнях.
3. Шкала оцінок – це визначення міри успіху замість результатів у балах.

**32. Дайте визначення пропорційної шкали.**

1. Пропорційна шкала – це однакове нарахування очок за однаковий приріст результатів.
2. Пропорційна шкала – це нарахування очок в залежності від показаного результату.

**33. Дайте визначення регресивної шкали.**

1. Регресивна шкала – нарахування очок здійснюється лише за результат, який є кращим за попередній.
2. Регресивна шкала – нарахування очок здійснюється за один і той самий приріст результатів. По мірі підвищення результатів нараховується все менше очок.

**34. Дайте визначення прогресивної шкали.**

1. Прогресивна шкала: чим вищий спортивний результат тим більше нарахування очок.
2. Прогресивна шкала: чим вищі результати, в два рази більше нараховується очок.

**35. Дайте визначення сигмовидної шкали.**

1. Сигмовидна шкала: в зонах високих і слабких результатів нараховується дуже мало очок, а найбільше очок нараховується за результатами в зоні середніх досягнень.
2. Сигмовидна шкала: очки нараховуються лише за високі досягнення.

**36. За якою формулою відбувається нарахування очок за T-шкалою?**

1.  $T = \frac{x - S}{x} + (50 - 10);$

2.  $T = 50 + 10 \frac{x - \bar{x}}{S}.$

**37. Що таке норми у спортивній метрології?**

1. Норми у спортивній метрології – це гранична величина результату, яка є основою для віднесення спортсмена до тієї чи іншої групи.
2. Норми в спортивній метрології – це порівняння показаного результату з необхідним для даної категорії спортсменів.

**38. Що таке порівняльні норми?**

1. Порівняння результатів досягнень людей одного віку з результатами досягнень людей іншого віку.
2. Порівняння результатів людей одного віку

**39. Яких людей називають ретардантами?**

1. Ретарданти – діти, рухові можливості яких (і взагалі біологічний) відстають від норми.
2. Ретарданти – люди, які показують нижчий за середній результат серед своєї вікової групи.

**40. Що передбачає статистичне спостереження?**

1. Статистичне спостереження передбачає постійний аналіз матеріалів, які базуються на законах математичної статистики.
2. Статистичне спостереження – це планомірний, науково обґрунтований збір даних, які характеризують матеріал, що вивчається.

**41. Що таке вибірка?**

1. Певна кількість результатів вимірювань, які представлені випадковими числами.
2. Певна кількість результатів вимірювань, які представлені в певній послідовності.

**42. Що таке генеральна вибірка?**

1. Сукупність значень математичної статистики, які можна отримати при великій кількості вимірювань.
2. Сукупність всіх значень, які можна було б отримати.

**43. За якою формулою визначається середнє арифметичне?**

1.  $\bar{x} = \frac{\sum x^2}{n-1}$ ;

2.  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ .

**44. За якою формулою визначається середньоквадратичне відхилення?**

1.  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$ ;

$$2. S = \sqrt{\frac{1 + (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{n}}.$$

45. *За якою формулою визначається коефіцієнт варіації?*

$$1. V = \frac{S^2}{\bar{x}} \cdot 100\%;$$

$$2. V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

46. *За якою формулою  $\chi^2$  визначається критерій Стюдента?*

$$1. t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{m_x^2 + m_y^2}};$$

$$2. t = \frac{S_1^2 - S_2^2}{\sqrt{\frac{\bar{x}_1^2}{n_1} + \frac{\bar{x}_2^2}{n_2}}};$$

47. *За якою формулою визначається число ступенів свободи?*

$$1. V = (n_1 - n_2) \cdot 2;$$

$$2. V = n_1 + n_2 - 2.$$

48. *Коли можна вважати, що між двома значеннями середніх арифметичних є статистична достовірність?*

1. Якщо  $t_p$  (розрахункове) більше за  $t_{av}$  (табличне) чи  $t_p = t_{av}$ , то між середніми значеннями двох вибірок є статистично достовірна різниця ( $p < 0,05$  або  $p < 0,01$ ).

2. Якщо  $t_p$  менше  $t_{av}$ , то між середніми значеннями двох вибірок є статистично достовірна різниця.

49. *За якою формулою визначається коефіцієнт кореляції Спірмена?*

$$1. \rho = \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)};$$

$$2. \rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)};$$

**50. Які показники називаються якісними?**

1. Якісні показники – це показники, які мають визначення одиниць вимірювання.
2. Якісні показники – це показники, які вимірюються в балах.
3. Якісні показники – це показники, за допомогою яких визначається співвідношення якості.

**51. Охарактеризуйте поняття кваліметрії.**

1. Метод, який використовується для кількісної оцінки якості.
2. Метод про вимірювання і кількісну оцінку показників, які вимірюються в балах.

**52. На яких положеннях базується метод кваліметрії?**

1. Повинна бути попередньо розроблена система вимірювання досліджуваної якості. Кожна якість визначається двома числами відносним показником ( $\kappa$ ) і вагомістю ( $m$ ), сума вагомості на кожному рівні дорівнює одиниці (або 100%).
2. Будь-яка якість може вимірюватися, залежить від різних властивостей, які утворюють "дерево якості" та визначається двома відносними числами ( $\kappa$ ) і значимістю ( $m$ ). Сума значимості на кожному рівні дорівнює одиниці.

**53. Що таке відносний показник?**

1. Відносний показник – це відношення найбільш вагомого елемента в певній якості до всіх інших елементів.

2. Відносний показник – це певний рівень якості, що вимірюється у % від максимально можливого рівня.

**54. Що таке вагомість якості виконання руху ?**

1. Порівняльна вагомість різних показників.
2. Характеристика найбільш цінного елемента певної якості.
3. Визначення головного елемента певної якості.

**55. Які є методичні прийоми кваліметрії?**

1. Інструментальні, логічні, механічні.
2. Евристичні (інтуїтивні), інструментальні.

**56. Що таке експертиза?**

1. Відношення експертів до певної події шляхом встановлення оцінок.
2. Оцінка якості експертами, які є компетентними в певній галузі.
3. Оцінка якості показників шляхом з'ясування думок експертів.

**57. Що таке анкета?**

1. Перелік запитань з певної проблеми.
2. Лист із запитаннями, на які необхідно дати письмові відповіді.
3. Затверджений документ з метою вивчення думок з певної проблеми.

**58. Хто такий респондент?**

1. Людина, яка проводить анкетування.
2. Людина, відповідальна за проведення експертизи.
3. Людина, яка заповнює анкету.

**59. Напишіть формулу коефіцієнта конкордації.**

1. 
$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$
;

2. 
$$W = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{m^2(n^3 - n)}$$
;

$$3. W = \frac{12S}{m^3(n^3 - 1)};$$

**60. Дайте визначення поняттю навантаження.**

1. Під навантаженнями розуміють міру впливу на організм спортсмена засобами фізичних вправ.
2. Під навантаженнями розуміють кількість фізичних вправ, які виконує спортсмен протягом одного тренувального заняття.
3. Під навантаженнями розуміють здатність спортсмена виконувати з оптимальною ефективністю необхідну кількість вправ.

**61. Як характеризується навантаження?**

1. Навантаження характеризується із зовнішнього і внутрішнього боку.
2. Навантаження характеризується різним компонентом впливу.

**62. За якими компонентами характеризується зовнішнє навантаження ?**

1. За характером вправи; тривалістю вправи; інтенсивністю, координаційною складністю, інтервалом відпочинку між вправами; кількістю вправ в серії; інтервалом відпочинку між серіями; кількістю серій, фізіологічною спрямованістю, величиною навантаження.
2. За назвою вправи; енергетичними витратами на виконання вправи; тривалістю відновлення після виконання вправи до вихідного рівня; величиною функціональної працездатності; рівнем МСК; аеробним компонентом; аеробно-анаеробним компонентом; анаеробним компонентом.

**63. Що включає контроль за фізичною підготовленістю спортсмена?**

1. Визначення спроможності спортсмена показувати результати в силі, швидкості, витривалості, спритності, гнучкості і спортивній працездатності.

2. Вимірювання рівня розвитку сили, швидкості, витривалості, спритності та гнучкості.

**64. Які загальні вимоги до тестування?**

1. Тести повинні бути затверджені компетентними органами; при тестуванні вибираються лише кращі результати; результати тестування порівнюються з попередніми.
2. Техніка виконання тестів повинна бути порівняно простою; тести повинні бути настільки добре засвоєні, щоб основна увага була спрямована не на техніку виконання, а на досягнення максимального результату.

**65. З чого складається тривалість виконання будь-якого руху?**

1. Тривалість виконання будь-якого руху складається з двох складових тривалості реакції (ТР), тривалості руху.
2. Тривалість виконання будь-якого руху складається з трьох складових: тривалості простої реакції, тривалості поодинокого руху, тривалості локальних рухів.
3. Тривалість виконання будь-якого руху складається з чотирьох складових: тривалості простої реакції, тривалості складної реакції, тривалості локальної реакції, тривалості комплексної реакції.

**66. Які показники враховуються у процесі контролю за силовими якостями?**

1. Основні, інтегральні, диференційні.
2. Показники максимальної сили, імпульсу сили, середньої сили.

**67. Який вимірювальний прилад використовується для вимірювання сили?**

1. Спідограф.
2. Велоергометр.
3. Динамометр.



**68. Як вимірюється витривалість?**

1. За допомогою двох груп тестів: неспецифічних та специфічних.
2. За допомогою трьох груп тестів: залежних, незалежних і комплексних.

**69. Якими приладами вимірюється гнучкість?**

1. Механічним гоніометром.
2. Електрогоніометром.
3. Фото-, кіноприладами.
4. Всіма вищеперерахованими.

**70. Що таке відбір?**

1. Комплектування групи дітей для вдосконалення майстерності в певному виді спорту.
2. Багаторічний процес визначення відповідності бажань і здібностей спортсменів до обраного виду спорту.
3. Визначення придатності дітей для занять певним видом спорту на основі затвердженої програми.

**71. Вікові межі прийому дітей і підлітків для футболу, легкої атлетики і боротьби в спортивній школі?**

1. Футбол – 8-9, легка атлетика – 10-11, боротьба – 12-13.
2. Футбол – 7-8, легка атлетика – 8-9, боротьба – 11-12.
3. Футбол – 9-10, легка атлетика – 9-10, боротьба – 9-10.
4. Футбол – 10-11, легка атлетика – 11-12, боротьба – 11-12.

**72. Для визначення загальної фізичної підготовки спортсменів в ігрових видах спорту в основному використовуються такі тести:**

1. Біг на 30 м, стрибок у довжину з розбігу, стрибок з місця стрибок у висоту з розбігу, біг на 1000 м.
2. Біг на 25 м, стрибок у довжину з місця, стрибок у висоту з місця потрійний стрибок, біг на 1500 м.
3. Біг на 30 м, стрибок у довжину з місця, стрибок у висоту з місця, біг на 60 м, біг на 20 м.

**73. Для визначення загальної фізичної підготовки спортсменів у циклічних видах спорту в основному використовують такі тести:**

1. Біг на 30 м, біг на 60 м, стрибок у висоту з місця, стрибок у довжину з місця, потрійний стрибок.
2. Біг на 20 м, біг на 100 м, біг з бар'єрами, стрибок у довжину з розбігу, стрибок у висоту з розбігу.
3. Біг на 50 м, біг на 100 м, стрибок у довжину з місця, стрибок у висоту з місця, кидання набивного м'яча.
4. Немає правильної відповіді.

**74. Що підлягає прогнозуванню у процесі підготовки спортсменів?**

1. Методика тренування в тому чи іншому виді спорту, найвищі світові досягнення у видах спорту, спортивна обдарованість.
2. Тенденції розвитку виду спорту, розвиток матеріальної бази, технічна забезпеченість змагань.
3. Антропологічні показники, динаміка світових рекордів, модельні характеристики тренувальної і змагальної діяльності.

**75. Які значення показника називаються ювенільними?**

1. Значення показника в дитячі роки називаються ювенільними.
2. Значення показника в період досягнення спортсменом високих результатів називають ювенільними.
3. Значення показника, що дозволяє зарахувати дитину в спортивну секцію, називаються ювенільними.

**76. Що називається модельними характеристиками?**

1. Показники, які відображають різні компоненти підготовки спортсмена до змагальної діяльності.
2. Показники (тести), підвищення результатів у яких призводить до підвищення спортивних досягнень.
3. Структурні утворення, які сприяють досягненню спортивного результату.

**77. Які модельні характеристики називаються консервативними?**

1. Модельні характеристики, які дозволили спортсмену досягнути найвищого спортивного результату.
2. Модельні характеристики, при яких спортсмен тривалий час не може поліпшити свої досягнення.
3. Модельні характеристики, які обумовлені генетичними факторами і підвищити в них результати можна лише до певної межі.

**78. Дайте визначення змагальної діяльності.**

1. Організовані за певними правилами змагання з метою визначення і об'єктивного порівняння спортивної майстерності.
2. Процес, в якому здійснюється порівняння спортивної майстерності учасників на основі затверджених правил.
3. Організований і регламентований процес в умовах спортивної боротьби.

**79. Які основні напрямки змагальної діяльності (ЗД)?**

1. Фіксація змагальної діяльності, розробка тренувальних програм, визначення основних компонентів техніко-тактичної підготовленості спортсменів, побудова модельних характеристик змагальної діяльності, аналіз змагальної діяльності.
2. Визначення кількості результативних техніко-тактичних дій (ТТД), визначення ефективності спортивної техніки, контроль за спортивною тактикою, вимірювання фізіологічних і біологічних реакцій організму в умовах змагань і після їх закінчення, контроль за психічним станом.

**80. Які основні способи спостереження за ЗД використовуються у спортивній практиці?**

1. Запис на відеомагнітофон чи зйомки на кінострічку, нанесення умовних звукових символів на магнітну плівку магнітофона чи диктофона, стенографування.

2. Регламентування змагальних дій, хронометраж змагальних дій, стенографування змагальних дій.

**81. Що таке кількісні показники ЗД?**

1. Всі дії спортсменів, які вони виконали під час змагання.
2. Активність спортсменів під час змагань.
3. Всі дії спортсменів, які вони виконали від початку до кінця змагання, включаючи розминку.

**82. Що таке якісні показники ЗД?**

1. Показники, які характеризують ефективність ТТД.
2. Точно виконані технічні прийоми.
3. Показники, що привели до вирішення основних завдань у змаганні.

**83. За якими компонентами оцінюється технічна майстерність?**

1. За обсягом виконання технічних дій, різнобічністю і ефективністю техніки.
2. За внеском кожного спортсмена у загальнокомандний результат.
3. За компонентами основних рухів, які найбільше сприяють досягненню спортивного результату.

**84. Що таке обсяг техніки?**

1. Сукупність дій, яка спрямована на досягнення спортивного результату.
2. Загальна кількість дій, які виконує спортсмен у тренуванні чи змаганні.
3. Необхідна кількість прийомів, які дозволяють спортсмену брати участь у змаганнях, затверджених правилами.

**85. Що таке абсолютна ефективність техніки?**

1. Відношення точності техніки рухових дій до всіх рухових дій змагальної справи.
2. Кількість точно виконаних технічних прийомів.

## ОСНОВНІ ТЕРМІНИ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ

**Альтернатива** – одна з можливостей, що виключають одна одну.

**Амплітуда** – величина варіації ознаки від її мінімального до максимального значень у даній сукупності.

**Варіанса** – див. дисперсія.

**Варіанта** (від лат. *varians, variantis* – той, що відрізняється, змінюється) – окремо взятий елемент варіаційного ряду, числове значення ознаки, яка варіює.

**Варіювання, варіабельність** – похідні від слів «варіювати», «варіація» – одна з форм прояву біологічної мінливості, що виражається у вигляді слабких індивідуальних відмінностей, які спостерігаються між досліджуваними елементами в межах будь-якої біологічно однорідної групи.

**Варіювати** – відхилитися від чого-небудь, видозмінюватися в ознаках і властивостях організму.

**Варіаційний ряд** – ряд ранжируваних значень ознаки, у якому зазначена частота її поширення в даній сукупності.

**Варіація** (від лат. *variatio* – зміна) – відхилення від чого-небудь, одинична зміна. У широкому значенні – мінливість величини ознаки, що варіює, у межах її мінімального й максимального значень.

**Величина** – кількісне вираження ознаки.

**Імовірність** (лат. *probabilitas*, англ. *probability*) – міра об'єктивної можливості випадкової події, чи відношення числа випадків ( $m$ ), сприяючих появі події  $A$ , до числа всіх у однаковій мірі можливих і несумісних відтворень ( $n$ ).

**Імовірність довірлива** – рівень, або поріг, імовірності, який вважається достатнім для судження про вірогідність статистичних показників, одержаних на підставі вибіркових даних.

**Вага питома** (в статистиці) – абсолютна чи відносна частота поширення окремих варіант, або членів, у даній сукупності.

**Вибірка** – див. сукупність.

**Гістограма** – зображення інтервального варіаційного ряду у вигляді стовпчикової діаграми, у якій висота прямокутників відповідає частоті інтервалів, або класів, ряду.

**Градації** (лат. *gradus* – щабель) – підрозділи факторів у дисперсійних комплексах.

**Діаграма** – креслення, яке у вигляді ліній, площ або інших геометричних фігур зображує результати дослідження.

**Дисперсія** (від лат. *dispersio* – розсіювання), або варіанса, – середній квадрат відхилень варіант від їхньої середньої величини в даній сукупності.

**Достовірність** – те, що не викликає сумнівів. Упевненість, з якої судять про генеральні параметри на підставі вибірових показників. Виражається в поняттях імовірності.

**Інтервал** (від лат. *intervallum* – відстань, що відокремлює один предмет від іншого) – проміжок між двома числовими значеннями ознаки у варіаційному ряді.

**Інтерполяція** (від лат. *inter* – взаємно та *polio* – пригладжування) – знаходження проміжних значень змінної величини за деякими відомими її значеннями.

**Коваріація** – середнє здобутків відхилень значень однієї ознаки на відповідні відхилення значень іншої ознаки від їх середніх арифметичних.

**Кореляція** (від лат. *correlatio* – співвідношення, зв'язок) – взаємозалежність між ознаками, що варіюють.

**Критерій** (від грецьк. *kriterion* – мірило, засіб судження) – показник, що дозволяє судити про надійність висновків щодо прийнятої гіпотези, очікуваного результату і т.д.

**Кумуляція** (від лат. *cumulo* – накопичую) – послідовне підсумовування частот варіаційного ряду в тому чи іншому напрямку, в результаті чого отримується ряд накопичених частот.

**Ліміти** (від лат. *limes, limitis* – границя, межа) – мінімальна й максимальна варіанти сукупності.

**Математичне очікування** – середнє значення випадкової величини, яке визначається як сума добутків окремих значень цієї величини на їхні ймовірності.

**Норма** (від лат. *norma* – розмір чого-небудь) – установлена міра порівняння.

**Нульова гіпотеза** ( $H_0$ ) – статистична гіпотеза, що впливає з припущення про відсутність різниці між генеральними параметрами, які оцінюються за вибірковими показниками.

**Огіва** – лінійний графік варіаційного ряду, який одержується в тому випадку, коли по осі абсцис у системі координат відкладаються кумулятивні частоти ряду, а по осі ординат – класові варіанти.

**Відхилення** – різниця між окремою варіантою та середньою величиною даної статистичної сукупності.

**Оцінка** – наближена характеристика генерального параметра на підставі відомої величини вибіркового показника.

**Полігон** (від лат. *poly* – багато й *gonia* – кут) – у біометрії графічне зображення безінтервального варіаційного ряду.

**Ознака** – будь-яка особливість у будові та функціях за якою можна відрізнити один об'єкт спостереження від іншого.

**Ранг** – порядковий номер ранжируваних значень ознаки.

**Ранжирування** (від франц. *ranger* – вишикувати по ранжиру, зросту) – розташування числових значень ознаки в порядку їх підвищення чи зниження.

**Регресія** (від лат. *regressus* – зворотний рух) – у біометрії функція, що дозволяє за величиною однієї кореляційно зв'язаної ознаки обчислювати середні величини іншої.

**Репрезентативність** (від лат. *represento* – представляю) – ступінь відповідності вибіркових характеристик їхнім параметрам у генеральній сукупності.

**Сукупність** (у статистиці) – множина відносно однорідних, але індивідуально відмінних одиниць або елементів спостереження, які об'єднуються за тими чи іншими ознаками відносно прийнятих у дослідженні умов для спільного (групового) вивчення.

**Ступені свободи** – числа, які показують кількість елементів або членів статистичної сукупності, що вільно варіюють і здатні приймати будь-які довільні значення.

**Стохастичний** (від грецьк. *stochasis* – здогад) – випадковий, імовірний.

**Трансгресія** (від лат. *transgressio* – перехід за, через, крізь) – явище, спостережуване при розподілі двох вибірок за числовими значеннями тієї самої ознаки, коли частоти максимальних варіант одного ряду попадають у класи мінімальних варіант іншого ряду, утворюючи під варіаційними кривими двох рядів частину загальної площі в одній і тій же системі прямокутних координат.

**Рівні значимості** – показники, які використовуються для перевірки статистичних гіпотез, пов'язані з такими значеннями ймовірності, при яких поява очікуваних подій у даних умовах вважається практично неможливою. Чим менший рівень значимості, тим менша ймовірність відкинути гіпотезу. Як правило, зупиняються на п'ятипроцентному чи однопроцентному рівнях значимості, яким відповідають рівні ймовірності  $P = 0,05$  і  $P = 0,01$ .

**Частота** – абсолютна чисельність окремих варіант, яка вказує на те, як часто вони зустрічаються в даній сукупності.

**Частотність** – відносна частота поширення окремих варіант у даній сукупності, яка виражається в частках одиниці чи у відсотках до загального числа відтворень.

**Екстраполяція** – поширення результатів спостережень або висновків, отриманих на певній частині досліджуваного процесу, на іншу його частину, яка залишається невідомою.

**Експес** (від лат. *excessus* – вихід) – крайній прояв чогонебудь (порушення якого-небудь нормального ходу). У статистиці – випадки надмірних крутих вершин або, навпаки, плоских вершин варіаційних кривих, які розглядаються як відхилення рядів розподілу від нормальної кривої.

**Явище** – окремий факт, одинична подія. Будь-яка множина одиничних явищ становить явище масове.



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Азгальдов Г. Г. О кваліметрії / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М., 2003.
2. Вайнберг Дж. Статистика / Дж. Вайнберг, Дж. Шумеркер. – М., 1979.
3. Годик М. А. Спортивная метрология / М. А. Годик. – М., 1988.
4. Годик М. А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М. А. Годик. – М., 1990.
5. Донской Д. Д. Биомеханика / Д. Д. Донской, В. М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979.
6. Зациорский В. М. Кибернетика, математика, спорт / В. М. Зациорский. – М., 1979.
7. Иберла К. Факторный анализ : пер с англ. / К. Иберла. – М., 1980.
8. Иванов К. П. Основы энергетики организма / К. П. Иванов. – М., 1990.
9. Колемаев В. А. Теория вероятностей и математическая статистика / В. А. Колемаев, О. В. Староверов, В. Б. Турундаевский. – М., 1991.
10. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей / А. Н. Колмогоров. – М., 1994.
11. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Физическая культура, 2008. – 358 с.
12. Костюкевич В. М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті / В. М. Костюкевич, Л. М. Шевчик, О. Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
13. Коротков В. П. Основы метрологии и теория точности измерительных устройств / В. П. Коротков, Б. А. Тайц. – М., 1998.
14. Лях В. И. Тесты в физическом воспитании / В. И. Лях. – М., 1998.

15. Матвеев Л. П. Теория и методика физической культуры : учеб. для ин-тов физ. культуры / Л. П. Матвеев. – М., 1991.
16. Миф Н. П. Модели и оценка погрешности технических измерений / Н. П. Миф. – М., 1996.
17. Настольная книга учителя физической культуры / под ред. Л. Б. Кофмана. – М., 1998.
18. Начинская С. В. Спортивная метрология / С. В. Начинская. – М., 2005.
19. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004.
20. Спортивная метрология : учеб. / под общ. ред. В. М. Зацiorского. – М., 1982.
21. Смирнов Ю. И. Методологические основы спортивной метрологии / Ю. И. Смирнов // Теория и практика физической культуры. – 1980.
22. Статистика : учеб. / под ред. В. С. Мхитаряна. – М., 2001.
23. Толаметов А. А. Спортивная метрология (услугий ишланма) / А. А. Толаметов. – Ташкент, 2009.
24. Уткин В. Л. Измерения в спорте / В. Л. Уткин. – М., 1998.
25. Уткин В. Л. Измерения в спорте (введение в спортивную метрологию) / В. Л. Уткин. – М., 2001.
26. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учеб. для втузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – М., 2006.

## ДОДАТКИ

Додаток А

### Основні поняття метрологічного контролю

Терміни, поняття	Значення термінів	Пояснення до термінів	Приклад
1	2	3	4
Метрологічний контроль	Включає не лише методику вимірювання чи тестування, але й аналіз результатів відповідно до мети і завдань управління процесом фізичного виховання і підготовки спортсменів	Вимірювання і оцінка різних показників на основі встановлених норм і правил	Контроль прояву швидкісно-силових здібностей спортсменів протягом тренувального циклу
Спортивна метрологія	Розділ науки про спорт, що вивчає питання контролю за підготовкою спортсменів	Спортивна метрологія включає питання вимірювань і тестування, методи оцінки й аналізу результатів, тестів тощо	Вибір тестів для оцінки швидкісно-силових здібностей хокеїстів на траві
Контроль за підготовкою спортсмена (команди)	Збір, оцінка й аналіз інформації про стан спортсмена (команди) в процесі підготовки	Під контролем розуміють цілеспрямовану діяльність, що включає в себе не лише збір необхідних відомостей, але і їх порівняння з планами, контрольними показниками, нормами, наступним аналізом	Контроль за станом спортсмена включає тестування (збір інформації) порівняння отриманих даних з модельними, висновок про стан спортсмена, відповідність його стану тощо (аналіз)
Педагогічний контроль	Контроль, що здійснюється тренером, а також дослідником-педагогом	Педагогічний контроль включає спостереження за тренувальними навантаженнями, станом спортсмена, спортивною технікою	Контроль за перерахованими показниками, які проводять тренер і його помічники, а також співробітники комплексних наукових груп (КНГ)

1	2	3	4
		і тактикою, спортивними змаганнями і поведінкою на змаганнях	
Комплексний контроль	Контроль за станом спортсмена, який здійснюється спеціалістами різного профілю (педагогами, лікарями, біохіміками, фізіологами тощо)	Різнобічна оцінка стану спортсменів у залежності від спрямованості окремих видів контролю і профілю спеціалістів виділяють педагогічний, лікарський, біологічний та інші види контролю	Етапне комплексне обстеження
Біомеханічний контроль	Контроль за руховою діяльністю спортсмена, технікою виконання змагальних і тренувальних вправ	Розглядається як складова частина педагогічного контролю, але може проводитись із залученням спеціалістів-біомеханіків	Реєстрація довжини і частоти кроків, сили відштовхування тощо
Оперативний контроль	Контроль за оперативним станом спортсмена, його оперативною готовністю	Експрес-оцінка того стану, в якому в даний час перебуває спортсмен	Вимірювання ЧСС для визначення готовності спортсмена до чергової вправи
Поточний (проміжний) контроль	Контроль за поточним станом спортсмена, його готовністю	Вимірювання, що проводяться щоденно чи один раз на кілька днів	Контроль за величиною тренувального навантаження
Етапний контроль	Контроль за перманентним станом спортсмена, його підготовленістю	Вимірювання, що проводяться на окремих етапах підготовки	Етапні комплексні обстеження, поглиблене медичне обстеження
Поглиблене медич-	Різновид етапного контролю. Характеризується залученням спеціалістів медицини	Комплексне медичне обстеження спортсменів	Диспансеризація спортсменів

1	2	3	4
не обстеження	різного профілю і спрямованості як для оцінки підготовленості так і для контролю за станом здоров'я спортсменів		
Терміновий тренувальний ефект	Зміни, які відбуваються в організмі спортсмена під час виконання тренувальної чи змагальної вправи	Зміни, що відбуваються на тренувальному занятті чи змаганні або одразу після їх закінчення	Зміна ЧСС в кінці вправи, вміст лактату в крові чи зміни рН після забігу тощо
Відставлений тренувальний ефект	Зміни, що відбуваються в організмі на наступний день після виконання тренувальної чи змагальної вправи	Вимірювання, які проводяться на наступний день після тренувального заняття чи змагання	Зміна вмісту лактату в крові на наступний день після тренування чи змагання
Кумулятивний тренувальний ефект	Зміни, що відбуваються в організмі в результаті накопичення наслідків багатьох тренувальних занять	Комплексні вимірювання максимально можливої кількості ознак	Зміни підготовленості спортсмена у змагальному періоді у порівнянні з підготовчим періодом
Стан спортсмена	Рівень функціональних властивостей спортсмена, що визначають його можливість до демонстрації спортивних досягнень	Вимірювання на окремих етапах тренування, контрольні змагання	Стан спортсмена у змагальному періоді після гри
Підготовленість спортсмена	Комплексна характеристика етапного (перманентного) стану спортсмена, яка відзеркалює його можливість до демонстрації спортивних досягнень	Вимірювання фізіологічних реакцій організму при виконанні певних (бажано стандартних) тренувальних чи тестових навантажень	Рівень підготовленості в кінці підготовчого періоду
Тренова-	Одна зі сторін підготовленості спортсме-	Вимірювання фізіологічних реакцій ор-	Вимірювання ЧСС після виконання пев-

1	2	3	4
ність	на, що характеризується ступенем його пристосування до тренувальних чи тестових навантажень	ганізму при виконанні певних (бажано стандартних) тренувальних чи тестових навантажень	ного тестового навантаження
Модельні характеристики	Ідеальні характеристики стану спортсмена, при якому можуть бути дуже високі результати	Прогнозування	Вірогідні характеристики чемпіона, наприклад, величини МСК
Етапні модельні характеристики	Ідеальні показники стану спортсмена на окремих етапах підготовки	Прогнозування, а також дані спостережень попередніх років	Величина МСК в кінці спеціально-підготовчого етапу, підготовчого періоду
Вимірювання	Встановлення відношення між явищами об'єктивного світу і числовими системами	–	Загальновідомі
Тест	Випробування, що проводиться з метою оцінки стану чи здібностей людини	Не всяке вимірювання може використовуватись як тест, але будь-який тест вкючає вимірювання	Біг на 30 м з високого старту, вимірювання МСК
Рухові (моторні) тести	Тести, в основі яких лежать рухові завдання	Будь-який тест, що пов'язаний з вимірюванням рухової функції	Підтягування на попереціні
Контрольні вправи	Рухові тести, в яких потрібно показати максимальні рухові досягнення	Вимірюються максимальні рухові досягнення	Човниковий біг 180 м, результат тесту – час бігу
Функціональні проби (стандартні функції)	Рухові тести, в процесі яких спортсмени виконують однакові завдання, що додаються за величиною виконаної роботи, за однаковою для всіх величиною фізіологічних	Вимірюються: фізіологічні чи біохімічні зміни в організмі при стандартній роботі; рухові показники при стандартній величині фізіологічних	Вимірюються: проба Летунова, рєстрація споживання кисню при роботі 1000 кгм×хв. <sup>-1</sup> тощо; проба РWC <sub>170</sub> – швидкість пересування при ЧСС

1	2	3	4
нальні проби)	змін	змін	160 уд.×хв. <sup>-1</sup> тощо
Максимальні функціональні проби	Рухові тести, в яких спортсмен повинен показати максимальні рухові досягнення, але експериментатор реєструє в першу чергу фізіологічні і біофізіологічні зміни, які при цьому відбуваються	Вимірювання фізіологічних чи біохімічних показників при максимальній роботі	Визначення максимального кисневого боргу чи МСК
Комплекс (батарея) тестів	Кілька тестів, які використовуються для вирішення загального завдання	Вимірювання проводиться в кожному тесті окремо, а потім виводиться сумарна оцінка за спеціальними правилами	Комплекс тестів для футболістів: біг на 30 м; стрибок у висоту з місця; човниковий біг 7x50 м
Стандартні тести	Тести, в яких процедура проведення тестування однаково сувора при всіх випадках вимірювання	Тести в одному і тому ж виді спочатку повинні бути обов'язково стандартними	Стандартні тести міжнародної біологічної програми
Надійність тестів	Ступінь порівняння результатів при тестуванні одних і тих же спортсменів за короткий проміжок часу, в однакових умовах	Згідно з математичною теорією тестів, надійність повинна вимірюватись, як правило, на основі дисперсного аналізу з наступним розрахунком внутрішньокласових коефіцієнтів кореляції	Будь-який тест не є зовсім надійний. Наприклад, спортсмен в одній спробі пробігає 30 м за 4,1 с, а інший – за 4,2 с. Варіація результатів – причина зниження результату
Діагностична інформативність тесту	Ступінь точності, з яким тест вимірює рівень деякої властивості (якості, здібності, характеристики тощо)	Вимірюється ступінь точності, з яким на основі даного тесту можна поставити певний діагноз	МСК як показник підготовленості легкоатлетів
Прогностичність	Ступінь точності, з яким на основі даного	Вимірюється ступінь точності прогнозу	МСК плавця в 14 років як основа прогнозу

1	2	3	4
тична інформативність тесту	тесту можна зробити прогноз майбутніх досягнень спортсмена		зу: показників МСК у 18 років; спортивної обдарованості.
Емпірична інформативність тесту	Інформативність, що оцінюється кількісно на основі практичних даних	Вимірюється за допомогою методів математичної статистики (кореляційний, факторний аналіз тощо)	Порівнюються, наприклад, величини МСК і якісні показники відбору м'яча у футболі
Еквівалентність тестів	Ступінь порівняння результатів при використанні двох чи більше тестів	Порівнюються результати двох чи більше тестів	Висока кореляція результатів при: підтягуванні хватом зверху і знизу; кидків у кошик з різних точок; вимірювання МСК при різних тестових процедурах
Гомогенний комплекс тестів	Комплекс, що складається з еквівалентних тестів	Вимірюється результат в кількох еквівалентних тестах, між досягненнями в яких відсутня кореляція	Комплекс тестів: підтягування; нахили вперед; біг на 3000 м
Інформативність (валідність) тестів	Ступінь точності з яким тест визначає властивість, що оцінюється	Вимірювання за спеціальними правилами	Сила м'язів-розгиначів спини – інформативний показник підготовленості штангіста, а сила м'язів шиї – не інформативний
Факторна інформативність	Емпірична інформативність, яка оцінюється методами факторного аналізу	Вимірюються результати у багатьох тестах. Потім за допомогою факторного аналізу визначають мінімальний набір тестів, що несуть інформацію, близьку до тієї, яку вміщує вихідний комплекс тестів	Визначення тестів для оцінки рівня фізичної підготовленості



1	2	3	4
Змістовна (логічна) інформативність	Інформативність визначається на основі теоретичних міркувань без розрахунку кількісних мір інформативності	Кількісні міри не використовуються	Вибір тесту відсоток влучень зі штрафних кидків у баскетболі без розрахунку кількісних мір інформативності цього тесту
Розпізнавальна можливість тесту	Мінімальна різниця, яка діагностується за допомогою даного тесту між випробуваннями	Експериментально на основі розрахунку інформативності та надійності тесту визначають його розпізнавальну можливість	Пробу Летунова можна використовувати для того, щоб відрізнити спортсменів високої і низької кваліфікації, але недоречно користуватися цією пробю для визначення різниці між МС і КМС
Оцінка (педагогічна)	Уніфікована міра успіху спортсмена в будь-якому завданні	Вимірюється і виводиться на основі результатів тестів чи змагань	Оцінки, набрані очки, спортивний розряд тощо
Шкала оцінок	Правило перетворення результатів тестів чи завдань в очки (бали)	Шкала задається формулами, таблицями чи графічно	Таблиця очок з видів спорту
Пропорційні шкали	Шкали, де кожному підвищенню результатів відповідає однаковий приріст очок	Шкала може бути описана лінійним рівнянням	Шкала з бігу на 100 м, де кожні 0,1 с спортсмену додається 20 очок
Регресивні шкали	Шкали, за якими за один і той же приріст результатів нараховують по мірі збільшення спортивних досягнень все менша кількість очок	Шкала може бути описана рівнянням параболічного типу з показником ступеня менше одиниці	За покращення результату з бігу від 15,0 до 14,9 с додають 20 очок, а за покращення результату на 0,1 с в діапазоні від 10,0 до 9,9 с – тільки 15 очок
Прогресивні шкали	Шкали, в яких чим вище спортивний результат, тип більше нараховується очок	Шкала може бути описана рівнянням параболічного типу з показником ступеня більше одиниці	За покращення часу бігу від 15,0 до 14,9 с додають 10 очок, а різниця між 10,0 і 9,9 с оцінюється, скажімо, в 100 очок

1	2	3	4
Стандартні шкали	Шкали, в яких масштабом служать стандартні (середньоквадратичні) відхилення	Вимірюються на основі експериментальних даних середня величина і стандартне відхилення, після чого за спеціальними правилами будується шкала оцінок	Див. Т-шкала
Т-шкала	Стандартна шкала, в якій середня величина прирівнюється 50 очкам, а одне стандартне відхилення – 10	У випадку, коли розподіл результатів нормальний, значення Т-шкали дозволяє завчасно вказати, який відсоток спортсменів продемонструє той чи інший результат	Якщо середній результат у стрибку в дожину з місця 224 см, а стандарт – 20 см, то за результат 268 см будуть нараховані 72 очка
Перцентильна шкала	Шкала, в якій кожному спортсмену нараховується стільки очок, скільки суперників (у відсотках) він випередив	Перцентиль – інтервал шкали, який відповідає одному відсотку спортсменів, що беруть участь у тестуванні	Спортсмен, що випередив 56 % всіх суперників, отримує 56 очок
Норма	Гранична величина результату, яка слугує основою для віднесення спортсмена до однієї із кількох класифікаційних груп	Норми відповідають фіксованим точкам шкали оцінок	Норми Єдиної спортивної класифікації України
Порівняльні норми	Норми, що базуються на порівнянні результатів різних спортсменів, які належать до однієї і тієї ж групи (сукупності)	Вимірюють результати різних спортсменів, будують на основі цих результатів шкалу і потім вибирають її фіксовані точки	Державні стандарти фізичної підготовленості
Індивідуальні норми	Норми, що базуються на порівнянні результатів одного і того ж спортсмена при різних	На основі довготривалого спостереження за одним і тим же спортсменом визна-	Визначення значень часу тіла, що відповідає в даного спортсмена його найбільш

1	2	3	4
	рівнях його підготовленості	чають, які результати тестів відповідають його найкращій підготовленості	високій підготовленості
Руховий вік	Середній вік дітей, які демонструють результат, що дорівнює результату якої-небудь дитини	Вимірюються результати дітей різного віку, для кожного віку визначаються середні значення, як показники рухового віку	Хлопчики у віці 10 років стрибають в середньому в довжину з місця 150 см, якщо який-небудь хлопчик (будь-якого віку) показав цей результат, то його руховий вік прирівнюється 10 рокам
Акселерати	Діти, руховий (і взагалі біологічний) вік яких випереджає календарний	Порівнюється руховий і календарний вік дитини	Хлопчик, що стрибає в довжину з місця 150 см у віці 7 років
Ретарданти	Діти, руховий (і взагалі біологічний) вік яких відстає від календарного	Теж саме	Хлопчик, який зміг показати результат у стрибку з місця 150 см лише у віці 12 років
Релевантність норм	Придатність норм лише для тієї сукупності, для якої вони розроблені	Розробки норм відбуваються лише для певних сукупностей	Норми, що розроблені для дітей, які проживають в західній частині України можуть бути придатні для дітей східної частини України
Репрезентативність норм	Розробка норм на основі обстеження типової вибірки із генеральної сукупності	Досліджувані, на основі обстеження яких розроблялись норми, в середньому не повинні відрізнятися від представників всієї генеральної сукупності	Норми, які розроблялись при обстеженні кращих досліджуваних, можуть бути непридатні, якщо їх використовувати для інших

## Комплексний контроль у підготовці спортсменів

Назва параметра контролю	Діапазони вимірювань	Методи вимірювань	У яких видах обстеження використовуються
1	2	3	4
<i>Підсистема педагогічного контролю</i>			
Кількісне та якісне виконання техніко-тактичних дій (ГТД)	Залежно від виду спорту	Стенографія і деомагнітоскопія	ОК, ПК, ОЗД, НДР
Тривалість ТТД, с	Залежно від виду спорту	Хронометрія	ОК, ПК, ОЗД, НДР
Параметри якості сили: сила кисті, Н; становна сила, Н; стрибок з місця двома ногами з участю рук, м	200–800 700–2000 0,3–1,2	Динамометрія  стрічка Абалакова	  ЕК, ОК, УКО, ПКО
Параметри швидкості: час пробігання з місця: 6 м, с; 15 м, с; 30 м, с; 60 м, с; 100 м, с	1,1–1,3 2,2–2,5 3–5 6–12 10,5–15	Фотохронометрія	ЕК, ОК, ЕКО, ПКО
Параметри швидкісної витривалості: човниковий біг 180 ч, с; човниковий біг 7х50 м, с; час пробігання 400 м, с	34–45 55–75 47–70	Хронометрія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО
Параметри загальної витривалості: час пробігання 3000 м, хв. тест Купера (відстань, яку пробігають за 12 хв., м)	10–13 2800–3600	Хронометрія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО
<i>Підсистема медико-біологічного контролю</i>			
ЧСС, уд.×хв. <sup>-1</sup>	50–200	Пультсометрія	ОК, ПК, ЕКО, ЖО, ОЗД, НДР
АТ в нормі та при навантаженнях, мм рт. ст.: СТ; ДТ	120–200 60–100	Фігмоманометрія	ОК, ПК, ЕКО, ЖО, ОЗД, НДР

1	2	3	4
Біопотенціали серця: амплітуда, мВ	0,1–5	Електрокардіографія, векторкардіографія, полікардіографія	ОК, ПК, ЕКО, НДР
Частота, гц	0,3–100	–	ОК, ПК, ЕКО, НДР
Тривалість фаз, с	0,01–0,5	–	ОК, ПК, ЕКО, НДР
Шу ми (тони) серця, гц	15–500	Фонокардіографія	ЕКО, ПКО, НДР
Зміна кровонаповнення печінки, л×хв. <sup>-1</sup>	6–40	Полікардіографія, тетраполярна рео- графія	ЕКО, ПКО, НДР
Об'ємна швидкість кровотоку, мл./хв. <sup>-1</sup>	250–25000	Метод зворотного дихання	ЕКО, ПКО, НДР
Показники зовнішнього дихання: частота дихання, дих./хв. <sup>-1</sup> потужність вдиху і види- ху, л/хв. <sup>-1</sup>	10–70 4–8	Пневмотахометрія	ОК, ПК, ПКО, ЕКО, ОЗД
Показники легеневого газообміну: МСК, л/хв. <sup>-1</sup> ; ЖЄЛ, см	2,5–6,5 4800–7200	Спіроергометрія, газометрія Спірометрія	ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Ортостатична проба: зміна ЧСС, уд./хв. <sup>-1</sup> ; зміна АТ, мм рт. ст.	10–40 5–15	Пульсометрія Сфігмометрія	ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Велоергометрична тест- проба PWC <sub>170</sub> , кгм×м <sup>-1</sup>	1000–1650	Велоергометрія	ПК, ЕКО, ПКО, НДР
<i>Підсистема біохімічного контролю</i>			
Молочна кислота в крові, мг/%	15–200	Метод Баркера–Сам- мерсона (прилад «Спекор»)	ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Мочевина в крові, мг/%: чоловіки; жінки	36–42 24–30	Біотест	ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Кислотно-лужна рівновага: концентрація водневих іонів рН до навантаження, після навантаження	7,35–7,45 7,18–7,01	Мікрометод Аструпа	ПК, ЕКО, ПКО, НДР
<i>Підсистема біомеханічного контролю</i>			
Сила удару по м'ячу (шайбі), Н	100–5000	Тензодинамометрія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Швидкість польоту м'яча (шайби), м×с <sup>-1</sup>	5–50	Фотохронометрія, кінематографія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР

1	2	3	4
Імпульс сили удару по м'ячу (шайбі)	Залежно від виду гри	Кінематографія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Траєкторія польоту м'яча (шайби)			ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Кутові переміщення в суглобах, град.	0–180	Гоніографія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Максимальна швидкість бігу, м×с <sup>-1</sup>	5–10	Фотохронометрія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
<i>Параметри фізичної підготовленості</i>			
Спеціальна силова витривалість: кількість підйомів розгинанням із вису кутом; кількість підйомів ніг із вису на гімнастичній стінці до прямого кута	10–30 10–50	–	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
Швидкісно-силова витривалість м'язів згинання рук за часом (підйом по канату 3 м), с	5–10	Хронометрія	ОК, ПК, ЕКО, ПКО, НДР
<i>Середні параметри тренувального навантаження</i>			
Загальна кількість годин на рік; співвідношення видів підготовки, %: ЗФП СФП ТТП ІП ЗП	1150–1460  33–65 8–22 15–25 8–25 4–20	Хронометрія	ЕКО, ПКО
<i>Підсистема психологічного контролю</i>			
Латентний час реакції: простої, с; Складної, с	0,15–0,25 0,2–0,3	Хронографометрія	ПК, ЕКО
«Відчуття» часу, реакція антиципації, с	0,05	РРО	ПК, ЕКО
Квазістаціонарна різниця потенціалів (лоб-долоня): частота, гц; амплітуда, мв	0,05 10	Мультиметрія (вольтметр)	ПК, ЕКО, НДР
Точність диференціювання зусиль, Н	50–150	Атенціометрія	ПК, ЕКО, НДР
Максимальна частота рухів (тепінг-тест) за 10 с	50–100	Частометрія	ПК, ЕКО, НДР

Показники загальної фізичної підготовленості юних спортсменів в циклічних видах спорту

№ з/п	Тести	Види спорту (вік, років)										Лижний спорт					
		Легка атлетика					Ковзанярський спорт	Лижний спорт									
		Стрибки в довжину 11-12 13-14	Стрибки у довжину 11-12 13-14	Штовхання ядра (дів.) 11-12 13-14	Спринт і бар'єр			Середні дистанції		Лижний спорт							
11-12 13-14	11-12 13-14	11-12 13-14	10	11	12	11-12	13-14	10-11	10,5	11,5	12,5						
1	Біг на 30 м з високого старту, с	5,0	4,5	5,0	4,6		4,9	4,6	4,4								
2	Біг на 60 м з високого старту, с			8,9	8,2		9,6	9,2	9,0	8,0							
3	Біг на 300 м, с			49,5	46,5		64,0	59,0	56,0					72,0			
4	Стрибок у висоту з місця, см			45	65												
5	Стрибок у довжину з місця, см	205	240	200	230	170	215	170	190	200	193	225	130-140	164	176	186	
6	Потрійний стрибок з місця, см	610	690			530	590	600	640	680	580	750	500-530				
7	Стрибок у довжину з розбігу, см		520	420	550												
8	Кидок набивного м'яча (2 кг) із-за голови, м					12											
9	Кидок набивного м'яча знизу вперед, м					10,0											
10	Присідання із штангою, кг						55										
11	Частота бігових кроків (число кроків за 1 с)							4,7	4,7	4,7							
12	5-разовий стрибок, м							10,0	10,5	11,0							
13	Кидок ядра (4 кг) через голову, м							5	6	8							
14	Біг на 600 м, хв.×с <sup>-1</sup>											2,14,0					
15	Біг на 800 м, хв.×с <sup>-1</sup>											2,10,0	1,50,0				
16	Станова сила, кг													60	69	79	

**Показники загальної фізичної підготовленості юних спортсменів в ігрових видах спорту**

№ з/п	Тести	Види спорту (вік, років)																
		Баскетбол			Волейбол			Гандбол			Футбол			Хокей на траві				
		10	12	14	10	11	11	9	10	11	9	10	11	9	10	11	12	
1	Біг на 20 м із високого старту, с	4,4	4,2	3,8	40,0	42,0						35,0	40,0	45,0	51,0			
2	Стрибок у висоту з місяця, см	42,9	45,1	48,5														
3	Стрибок у довжину з місяця, см	204	225	231	180	186	150	160	170	160	173	180	190	159	164	177	192	
4	Потрійний стрибок з місяця, см						450	470	490									
5	Біг на 30 м, с				5,0	5,0	5,8	5,4	5,0	6,0	5,7	5,2	5,0	5,8	5,6	5,5	5,4	
6	Біг на 60 м, с	8,9	8,7	8,5							10,0	9,6	9,4	9,2				
7	Метання набивного м'яча (1 кг) із-за голови, м			11,3	11,0	13,0												
8	Штовхання набивною м'яча (3 кг) двома руками від грудей, м	8,6	10,6															
9	Підтягування на попереціні у висі, кількість разів														6	7	8	9
10	Віджимання від підлоги на руках, кількість разів									7	10	12	16					
11	Біг 6 хв., м													1261	1301	1401	1461	
12	Ведення м'яча, с						6,8	6,4	6,0									



## Оцінка фізичного розвитку методом індексів

№ з/п	Назва індексу (формула)	Значення показників у формулах	Середні значення
1	Масо-ростовий показник (індекс Кетле): $IK = \frac{\text{маса тіла}}{\text{зріст}}$	Індекс Кетле; маса тіла (кг); зріст (см)	Для чоловіків – 370–400 г; для жінок – 325–375 г; для хлопчиків 15 років – 325 г; для дівчаток 15 років – 318 г
2	Ростово-ваговий показник	Довжина тіла в см мінус 100 дорівнює масі тіла в кг	–
3	Коефіцієнт пропорційності: $KP = \frac{DT_{ст.} - DT_{сд.}}{DT_{сд.}} \cdot 100\%$	КП – коефіцієнт пропорційності; DT <sub>ст.</sub> – довжини тіла стоячи (см); DT <sub>сд.</sub> – довжина тіла сидячи (см)	У нормі КП – 87–92%. У жінок КП нижчий, ніж у чоловіків
4	Індекс пропорційності (індекс Ерісмана): $IP = ОГК \cdot \frac{Зр}{2}$	Індекс пропорційності (ІП) вказує на пропорційність розвитку грудної клітки; ОГК – окружність грудної клітки на видиху (см); Зр – зріст (см)	У нормі в чоловіків складає від +3 см до +6 см; у жінок – від –1,5 до +2 см і більше
5	Життєвий індекс: $ЖІ = \frac{ЖЄЛ}{P}$	ЖІ – життєвий індекс; ЖЄЛ – життєва ємність легенів; P – маса тіла	Для чоловіків – 60 мл; для жінок – 50 мл
6	Кистево-ваговий силовий індекс: $KBСІ = \frac{СК}{P}$	KBСІ – кистево-ваговий силовий індекс; СК – сила кисті (кг); P – маса тіла (кг)	Для чоловіків – 65–75%; для жінок – 50–60%)
7	Станово-ваговий силовий індекс: $CBСІ = \frac{СМС}{P}$	CBСІ – станово-ваговий силовий індекс; СМС – сила м'язів спини (кг); P – маса тіла (кг)	Для чоловіків – 100–125%; для жінок – 150–200%

## Методика проведення антропологічних вимірювань

№ з/п	Антропологічний показник	Інвентар	Умови вимірювання	Результат показника
1	2	3	4	5
1	Зріст стоячи	Ростомір	Обстежуваний стає спиною до вертикальної планки ростоміра торкаючись її трьома точками: п'ятами, сідницями та лопатковою ділянкою. Положення голови повинне бути таким, щоб умовна лінія, яка з'єднує зовнішній кут орбіти і верхній край слухового проходу була паралельна підлозі. Планшетка опускається до дотику з верхівкою голови	За шкалою ростоміра визначається зріст в см
2	Зріст сидячи	Ростомір	Обстежуваний сідає на лавку ростоміра. Положення голови повинне бути таким, як і в попередньому вимірюванні. Планшетка опускається до дотику з верхівкою голови	За шкалою ростоміра визначається зріст сидячи в см
3	Маса тіла	Вага	Обстежуваний повинен зважуватись без одягу. Якщо це неможливо, то із загальної маси тіла віднімається вага одягу. Зважування після приймання їжі та після значного фізичного навантаження не припустимо	Маса тіла реєструється в кг
4	Обхват шиї	Гнучка металева стрічка чи стрічка з тканини, демографічний олівець	При визначенні обхвату шиї стрічку розташовують горизонтально під щитоподібним хрящем	Результат реєструється в см
5	Обхват плеча	Гнучка металева стрічка чи стрічка з тканини, демографічний олівець	Вимірювання здійснюється в напруженому і в розслабленому стані м'язів плеча. Обстежуваний витягує руку вбік до долоню догори і з напруженням згинає її в ліктьовому суглобі. У місці найбільшого потовщення біцепса накладається стрічка. Потім обстежуваний випрямляє руку і вільно опускає долоню донизу. При цьому стрічка залишається на тому ж місці й натягується	Фіксуються показники при напруженні м'язів у стані спокою, а також визначається різниця між цими двома показниками (см)

1	2	3	4	5
6	Обхват грудної клітки	Гнучка (швейна) сантиметрова стрічка	Вимірювання проводиться в стані спокою при повному видиху та максимальному вдиху. В чоловіків і дітей стрічку розташовують одразу під кутами лопаток і спереду по нижньому краю біля соскових кружків, а у жінок над грудними западинами в місцях прикріплення 4-го ребра до грудини. При накладанні стрічки обстежуваний піднімає руки, а потім опускає їх і спокійно стоїть. Спочатку вимірюється вдих (при цьому плечі не піднімаються), потім при глибокому видиху (плечі не зводяться), а після цього під час спокійної бесіди	Різниця розмірів грудної клітки на вдиху і видиху складає екскурсію грудної клітки (норма – 7–9 см)
7	Обхват талії	Гнучка (швейна) сантиметрова стрічка	Стрічка розташовується горизонтально (на 3–4 см вище клубових кісток і трохи вище пупка). При цьому живіт не втягується	Результат реєструється в см
8	Обхват стегна	Гнучка (швейна) сантиметрова стрічка	Вага тіла обстежуваного розподіляється рівномірно на обидві ноги. Стрічка розташовується горизонтально під сидничною складкою	Результат реєструється в см
9	Обхват гомілки	Гнучка (швейна) сантиметрова стрічка	Вага тіла обстежуваного розподіляється рівномірно на обидві ноги. Стрічка накладається в найширшому місці гомілки	Результат реєструється в см
10	Вимірювання товщини жирової складки	Штангенциркуль	Під кутом лопатки і на животі на рівні пупка чи ліворуч береться в складку ділянка шкіри з підшкірною жировою клітковиною шириною 5 см. Товщина складки вимірюється штангенциркулем. Штангенциркуль зводиться до упору, але таким чином, щоб не виникав біль	Результат реєструється в мм
11	Вимірювання станової сили	Становий динамометр	Обстежуваний стає на майданчик динамометра таким чином, щоб той знаходився на середині довжини стопи. Ручка динамометра повинна знаходитися на рівні колін. Ноги і руки – прямі. Потім обстежуваний плавно з максимальним зусиллям, не згинаючи ніг і не відхиляючись назад, тягне за ручку динамометра вгору	Фіксується найкращий результат з двох трьох спроб (кг)

## Методика тестування фізичної підготовленості

№ з/п	Тести	Інвентар	Умови виконання	Результат	Організаційно-методичні вказівки
1	2	3	4	5	6
1	Біг на 30 м з високого старту, с (біг на 60 м з високого старту, с)	Секундоміри, що фіксують десяти долі секунди стартовий пістолет або зоровий сигнал, інша позначка	За командою «на старт» спортсмени стають біля стартової лінії в положенні високого старту. Коли вони підготувались, дається сигнал стартера	Час з точністю до десяти долі секунди	Дозволяється лише 1 спроба. Одночасно можуть бігти двоє і більше спортсменів. Тест повинен виконуватись у безвітряну нежарку погоду
2	Стрибок у довжину з місця, см	Мірна стрічка	Спортсмен стає носками до лінії, готується до стрибка. Спочатку він робить мах руками назад, потім різко виносить їх уперед і відштовхуючись двома ногами, стрибає якомога далі	Довжина стрибка в см	Дозволяється 2 спроби. Довжина стрибка вимірюється від точки торкання п'яти стопи стрибуну. Відривати стопи від підлоги перед стрибком не дозволяється
3	Човниковий біг 180 м, с	3 стійки висотою 1,5 м, стартова і фінішна лінії, секундоміри, що фіксують десяти долі секунди	Ставлять три стійки на відстані 15 м одна від одної. Спортсмен починає біг від стійки 1, пробігає 15 м, оббігає стійку 2, повертається назад, оббігає стійку 1, пробігає 30 м, оббігає стійку 3, повертається назад, оббігає стійку 1, і в такій послідовності вся вправа повторюється ще раз без перерви	Час з точністю до десяти долі секунди	Дозволяється лише одна спроба. Як додатковий показник можна визначити ІПА (інтегральний показник адаптації) $ІПА = t (f_1 + f_2)$ , де $t$ – час подолання дистанції, $f_1$ – кількість ЧСС за 10 с в кінці першої хвилини відновлення, $f_2$ –

1	2	3	4	5	6
					кількість ударів ЧСС за 10 с в кінці другої хвилини відновлення
4	Підтягування на поперечині	Поперечина діаметром 2–5 см, ящик з магnezією	Спортсмен хватом фіксує вихідне положення – вис на прямих руках. За командою «можна» він, згинаючи руки, підтягується до такого положення, коли його підборіддя знаходиться безпосередньо над поперечиною	Результатом є кількість успішних підтягувань, при яких підборіддя знаходиться безпосередньо над поперечиною	Дозволяється лише 1 спроба. Тест припиняється, якщо спортсмен робить зупинку на 2 і більше с, якщо спортсмену не вдається зафіксувати положення підборіддя над поперечиною 2 рази підряд
5	Вимірювання сили кисті	Динамометр, ящик з магnezією, стіл і стілець	Спортсмен натирає руки магnezією і бере динамометр у руку, він повинен знаходитись на одній лінії з передпліччям біля стегна. Потім спортсмен відводить руку вбік і енергійно стискує прилад, докладаючи максимального зусилля	Сила фіксується в кілограмах	Дозволяється 2 спроби. Результат фіксується лише для більш сильної руки. Не потрібно робити різкі змахи чи інші різкі рухи руками, це може штучно покращити результат
6	Підйом в положення сидячи	Секундомір, мат. При необхідності партнер	Спортсмен лягає спиною на мат чи іншу рівну поверхню, відстань між ступнями приблизно 30 см, ноги в колінах зігнуті під прямим кутом, пальці рук схрещені над головою. Партнер стоїть біля його ніг і притримує його ступні, щоб п'яти торкались підлоги (мата). За командою «можна» спортсмен піднімає	Результатом є кількість підйомів із положення «лежачи» в положення «сидячи» протягом 30 с	Спортсмени виконують тест у парах. Протягом всього тесту руки повинні бути в замку за головою. Спортсмен повинен кожного разу повертатись у вихідне положення, торкаючись пальцями, зімкнутими «в замок», підло-

1	2	3	4	5	6
			тулуб в положення сидячи і торкається ліктями колін, потім повертається у вихідне положення		ги (мата)
1	Тест Купера	Секундоміри	За командою «на старт» спортсмени стають на стартовій лінії в положенні високого старту. За командою «фуш» вони починають біг, намагаючись пробігти найбільшу дистанцію за 12 хвилин	Кількість метрів, які подолає спортсмен за 12 хвилин	Повинні бути нормальні погодні умови. Спортсмен повинен намагатися показати максимальний результат
8	Стрибок угору з місця, см	Стрічкопротяжне пристосування, крейда, мірна стрічка	На підлозі малюють квадрат 50x50 см. На одному з його сторін закріплюється стрічкопротяжне пристосування. Одягнувши пояс, спортсмен повинен відштовхнутися та приземлитися після стрибка у межах квадрата. Інший спосіб: змастивши крейдою кінчики пальців рук, спортсмен стає обличчям до стіни. Ноги на ширині плечей, руки опущені. За командою «можна» спортсмен підіймає руки вгору і торкається кінчиками пальців стіни, потім він опускає руки вниз, ледь присідаючи, робить різкий змах руками і, відштовхуючись ногами, стрибає вертикально вгору. При цьому він намагається торкнутися стіни якомога вище	Позначка на стрічці, яка витягнеться від попередньої позначки, визначить висоту стрибка. Результатом тестування є відстань між позначками, зробленими на стіні кінчиками пальців до та після стрибка	Зараховується кращий результат з 2 спроб

**Оцінка об'єктивних показників рівня здоров'я  
(за П. Д. Плахтієм, 1997)**

Показники	Оцінка				
	«5»	«4»	«3»	«2»	«1»
Самопочуття	Відчуття фізичного і духовного піднесення, радості, бадьорості, бажання працювати	Почуваєш себе бадьорим, впевненим, добре працюєш, життя сприймається оптимістично	Робота сприймається нормально, але день сприймається як звичайний	Стан незадовільний, в'ялість, слабкість, пригнічення, немає бажання виконувати будь-яку роботу	Стан поганий, майже хворобливий
Сон	Глибокий сон достатньої тривалості (6–8 годин), легко засипання, відчуття бадьорості, свіжості після пробудження	Тривалість сну – звичайна, можливі короткі сновидіння, добре самопочуття після пробудження	Неглибокий сон з пробудженнями, тривалість його менша норми, після сну – відчуття недосипання	Короткий або неспокійний сон з неприємними сновидіннями, важке засипання, вранці – стан розбитості, апатії	Дуже важке засипання, поверхневий сон, вранці відчуття важкості в голові, головний біль, пригніченість
Апетит	Відмінний апетит, відчувається гостра потреба в їжі, прийняття їжі викликає задоволення	Апетит добрий, проте гострого відчуття потреби в їжі не відчувається	Бажання поїсти з'являється у відведений для прийняття їжі час	Апетиту немає, від споживання їжі не відчувається задоволення	Апетит повністю відсутній, відмова від їжі
Працездатність	Дуже добра, в будь-якому виді діяльності висока продуктивність, відсутнє відчуття втоми	Працюється нормально	Завдання виконується, але без емоційного піднесення	Хаотичність, невпорядкованість роботи, заплановане виконується, але відчувається незадоволення собою і зробленим	Погана працездатність

## ЗМІСТ

<b>ВІД АВТОРА .....</b>	<b>3</b>
<b>ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА .....</b>	<b>5</b>
<b>Розділ 1. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА .....</b>	<b>8</b>
<b>Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНИЙ КУРС .....</b>	<b>10</b>
<b>Розділ 3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ .....</b>	<b>107</b>
<b>Розділ 4. ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ .....</b>	<b>130</b>
<b>ОСНОВНІ ТЕРМІНИ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ .....</b>	<b>149</b>
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>153</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>155</b>