

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Миколаївський національний університет**

**імені В.О.Сухомлинського**

**Факультет фізичної культури та спорту**

**Кафедра фізичної культури та спорту**

**Козубенко О. С., Тупєєв Ю.В.**

# **МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ**

Частина I

*ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.*

*ЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ*

*ПРАКТИЧНІЗАНЯТТЯ*

*Навчально-методичний посібник*

Миколаїв 2017

УДК 612.76 (084)  
К-59

ББК 21.078

**Рецензенти :**

**І.М. Рожков** доктор біологічних наук, професор кафедри ТМФК  
МНУ імені В.О. Сухомлинського

**А.А. Чернозуб,** доктор біологічних наук , декан факультету  
фізичного виховання і спорту  
ЧНУ імені Петра Могили

Козубенко О.С., Тупеев Ю.В.

К-59

Метрологічний контроль у фізичному вихованні. Теоретичні відомості.  
Лекційний матеріал, практичні. : Навчально-методичний посібник / О.С.  
Козубенко, Ю.В. Тупеев. – Миколаїв : МНУ імені В.О. Сухомлинського,  
2017. – 230 с.

У навчально-методичному посібнику розглянуто наукові основи метрологічного контролю у фізичному вихованні і аналізу рухової діяльності людини з якою вона пов'язана у фізичній культурі і спорті. Наведено дані з галузі практичних досліджень, методів метрологічного контролю у фізичному вихованні, модулювання рухових дій. подано, основи теорії тестів, вимірювань обробки статистичного матеріалу, контролю та управління у спорті. Висвітлено сучасні проблеми вдосконалення спортивно-технічної майстерності спортсменів в олімпійському спорті.

Для студентів та викладачів вузів спортивного профілю, тренерів, спортсменів, фахівців фізичного виховання.

© О.С. Козубенко, 2017

© Ю.В. Тупеев, 2017

© МНУ, 2017

## ЗМІСТ

<i>ПЕРЕДМОВА</i> .....	3
<i>РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ</i> .....	4
1.1 Основи біометрії.....	11
1.2. Апаратурні комплекси та вимірювальні системи, що використовуються у метрологічному контролі.....	25
1.3 Контрольні питання.....	36
<i>РОЗДІЛ II ЛЕКЦІЇ</i> .....	46
Лекція №1. Теоритические основи метрологічного контролю у фізичному вихованні.....	46
Лекція № 2. Основи теорії вимірів.....	50
Лекція № 3. Статистичні методи обробки результатів вимірів.....	57
Лекція № 4. Взаємозв'язок результатів вимірів.....	63
Теоретичний матеріал для самопідготовки студентів.....	77
Питання для контрольних робіт.....	9
Тести КОНТРОЛЮ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ.....	98
<i>РОЗДІЛ III ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</i> .....	113
Додатки.....	172
Короткий тлумачичний словник основних термінів.....	180

## ПЕРЕДМОВА

На сьогодні достатньо актуальним питанням є формування уявлень про систему управління навчально-тренувальним процесом та оздоровчим тренуванням, а також усвідомлення основних положень метрологічного забезпечення рухової підготовленості різних верств населення. Окрім цього, в спортивній практиці важливим аспектом є вивчення рухової системи людини та її рухових дій із метою пошуку раціональних методів підготовки спортсменів високої кваліфікації. Тому аналіз спортивної техніки та метрологічних контроль у фізичному вихованні є важливою передумовою наукового обґрунтування контролю рухів у спортивній діяльності. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми та освітньо кваліфікаційної характеристики студенти повинні знати:

- особливості метрологічного забезпечення рухової підготовки різних верств населення;
  - основні інструментальні методи контролю і тестів за руховою підготовленістю спортсменів та осіб, що займаються фізичними вправами;
  - будову і функції опорно-рухового апарату людини та принципи керування руховими діями та її контролю;
  - систему спеціальних педагогічних навичок і знань в галузі викладання, підбору та розробки засобів і методик технічної підготовки спортсменів; вміти:
  - метрологічно грамотно використовувати вимірювальну інформацію для обробки та аналізу показників різних видів підготовленості спортсменів та осіб, що займаються фізичними вправами;
  - добирати найбільш доцільні статистичні методи обробки отриманих результатів тестування;
  - розраховувати індивідуальні раціональні моделі техніки, а також об'єктивно оцінювати їх якість.
- 
- визначати кінематичні та динамічні особливості виконання рухових дій;
  - аналізувати кінематичні та динамічні характеристики рухових дій за матеріалами їх об'єктивної реєстрації під час виконання фізичних вправ;
  - кількісно оцінювати кінематичні характеристики тіла людини та її рухових дій, а також рівень розвитку різних рухових якостей.
- Загально-професійні компетенції розкриваються в контексті правильного визначення мети й завдань діагностики, рівня фізичної підготовленості школярів та осіб різного віку; формування оздоровчо- діагностичної програми і відповідного інструментального забезпечення; аналізу результатів діагностики, їх інтерпретації та визначення напрямів фізкультурно-оздоровчої та спортивно-масової роботи; корекції організаційної стратегії вчителя фізичного виховання і тренера обраного виду спорту. Відповідність

спеціалізовано-професійним компетенціям забезпечується здатністю використовувати математичний апарат для освоєння теоретичних основ і практичного використання методів, що використовуються у фізичному вихованні та спорті; здатністю використовувати професійно профільовані знання й практичні навички в галузі механіки, біодинаміки, кінематики для дослідження явищ і процесів, що відбуваються у організмі осіб, що займаються фізичною культурою і спортом. Використовуючи цей навчально-методичний посібник, студенти матимуть змогу оволодіти теоретичними і прикладними знаннями. Із цією метою кожне практичне заняття включає теоретичні відомості відповідної теми і практичні завдання у вигляді розрахункових і графічно-розрахункових завдань. Не менш важливим етапом формування знань та умінь є система експрес-контролю, тому на кожному занятті передбачені контрольні питання і тестові завдання для самоконтролю знань. Сподіваємося, що теоретичні та практичні аспекти цього посібника для вас будуть корисними.

## РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

"Метрологія" у перекладі з давньогрецького означає "наука про виміри" (*метрон* — міра, *логос* — слово, наука).

Основним завданням загальної метрології є забезпечення єдності й точності вимірів. Метрологічний контроль у фізичному вихованні як наукова дисципліна являє собою частину загальної метрології. До її основних завдань ставляться:

1. Розробка нових засобів і методів вимірів.
  2. Реєстрація змін у стані фізичних навантажень, що займаються під впливом різних навантажень.
  3. Збір масових даних, формування систем оцінок і норм.
  4. Обробка отриманих результатів вимірів з метою організації ефективного контролю й керування учбово-тренувальним процесом.
- Однак як навчальна дисципліна метрологічний контроль у фізичному вихованні виходить за рамки загальної метрології. Так, у фізичному вихованні й спорті крім забезпечення виміру *фізичних* величин, таких як довжина, маса й т.д., підлягають виміру педагогічні, психологічні, біологічні й соціальні показники, які по своєму змісті не можна назвати фізичними. Методикою їхніх вимірів загальна метрологія не займається й, тому, були розроблені спеціальні виміри, результати яких всебічно характеризують підготовленість фізкультурників і спортсменів.

Використання методів математичної статистики в метрологічному контролі у фізичному вихованні дало можливість одержати більше точне подання про вимірювані об'єкти, зрівняти їх і оцінити результати вимірів.

У практиці фізичного виховання й спорту проводять виміру в процесі

систематичного контролю у ході якого реєструються різні показники змагальної і тренувальної діяльності, а також стан спортсменів. Такий контроль називають *комплексним*.

Це дає можливість установити причинно-наслідкові зв'язки між навантаженнями й результатами в змаганнях. А після зіставлення й аналізу розробити програму й план підготовки спортсменів.

Таким чином, *предметом метрологічного контролю у фізичному вихованні є комплексний контроль у фізичному вихованні й спорті й використання його результатів у плануванні підготовки спортсменів і фізкультурників*.

Систематичний контроль за спортсменами дозволяє визначити міру їхньої стабільності й ураховувати можливі погрішності вимірів.

**Основи теорії вимірів** мають ціль навчитися здійснювати коректну постановку завдань виміру, вибирати одиниці, засоби й методи виміру, визначати їхню точність.

**Виміром** (у широкому змісті слова) називають установлення відповідності між досліджуваними явищами, з одного боку, і числами, з іншої. Щоб результати різних вимірів можна було порівнювати один з одним, вони повинні бути виражені в тих самих одиницях. В 1960 р. на Міжнародній генеральній конференції по мірах і вагам була прийнята Міжнародна система одиниць, що одержала скорочену назву СИ.

СИ в цей час включає сім незалежних від друга **основних** одиниць, з яких як похідні виводять одиниці інших фізичних величин. Похідні одиниці визначаються на основі формул, що зв'язують між собою фізичні величини. Наприклад, одиниця довжини (метр) і одиниця часу (секунда) - основні одиниці, а одиниця швидкості (метр за секунду [м/с]) - похідна. Сукупність обраних основною й утворених з їхньою допомогою похідних одиниць для однієї або декількох областей виміру називається системою. Всі похідні величини мають свої розмірності.

**Розмірністю** називається вираження, що зв'язує похідну величину з основними величинами системи при коефіцієнті пропорційності, рівному одиниці. Наприклад, розмірність швидкості дорівнює  $L/T=L \cdot T^{-1}$ , а розмірність прискорення дорівнює  $L \cdot T^{-2}$

Ніякий вимір не може бути виконан абсолютно точно. Результат виміру неминуче містить погрішність, величина якої тим менше, ніж точніше метод виміру й вимірювальний прилад.

**Основна погрішність** — це погрішність методу виміру або вимірювального приладу, що має місце в нормальних умовах їхнього застосування.

**Додаткова погрішність** — це погрішність вимірювального приладу, викликана відхиленням умов його роботи від нормальних.

Величина  $D A = A - A_0$ , рівна різниці між показанням вимірювального приладу (A) і щирим значенням вимірюваної величини ( $A_0$ ),

називається **абсолютною погрішністю** виміру. Вона вимірюється в тих же одиницях, що й сама вимірювана величина.

**Відносна погрішність** — це відношення абсолютної погрішності до значення вимірюваної величини:

$$\varepsilon_{\text{відн}} = \frac{\Delta A}{A_{\text{вим}}} * 100 \%$$

У тих випадках, коли оцінюється не погрішність виміру, а погрішність вимірювального приладу, за максимальне значення вимірюваної величини приймають граничне значення шкали приладу. У такому розумінні найбільше припустиме значення  $D$  Па, виражене у відсотках, визначає в нормальних умовах роботи **клас точності**

**вимірювального приладу.**

**Систематичною** називається погрішність, величина якої не міняється від виміру до виміру. У силу цієї своєї особливості систематична погрішність часто може бути передвіщена заздалегідь або в крайньому випадку виявлена й усунута по закінченні процесу виміру.

**Таруванням** (від нем. тарieren) називається перевірка показань вимірювальних приладів шляхом порівняння з показаннями зразкових значень мер (еталонів\*) у всьому діапазоні можливих значень вимірюваної величини.

**Калібруванням** називається визначення погрішностей або виправлення для сукупності мерло (наприклад, набору динамометрів). І при таруванні, і при калібруванні до входу вимірювальної системи замість спортсмена підключається джерело еталонного сигналу відомої величини. Наприклад, таруючи установку для виміру зусиль, на тензометричній платформі по черзі поміщають вантажі вагою 10, 20, 30 і т.д. кілограмів.

**Рандомизацією** (від англ. random — випадковий) називається перетворення систематичної погрішності у випадкову. Цей прийом спрямований на усунення невідомих систематичних погрішностей. По методу рандомизації вимір досліджуваної величини виробляється кілька разів. При цьому виміру організують так, щоб постійний фактор, що впливає на їхній результат, діяв у кожному випадку по-різному. Скажемо, при дослідженні фізичної працездатності можна рекомендувати вимірювати її багаторазово, щораз міняючи спосіб завдання навантаження. По закінченні всіх вимірів їхні результати усереднюються за правилами математичної статистики.

**Випадкові погрішності** виникають під дією різноманітних факторів, які не пророчити заздалегідь, ні точно врахувати не вдається.

**Стандарт** — нормативно-технічний документ, що встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації й

затверджений компетентним органом — Державним комітетом зі стандартизації. У спортивній метрології об'єктом стандартизації є спортивні виміри.

### **Шкала найменувань (номінальна шкала)**

Це найпростіша із всіх шкал. У ній числа виконують роль ярликів і служать для виявлення й розрізнення досліджуваних об'єктів (наприклад, нумерація гравців футбольної команди). Числа, що становлять шкалу найменувань, дозволяється міняти місцями. У цій шкалі немає відносин типу "більше — менше", тому деякі думають, що застосування шкали найменувань не варто вважати виміром. При використанні шкали найменувань можуть проводитися тільки деякі математичні операції. Наприклад, її числа не можна складати й віднімати, але можна підраховувати, скільки разів (як часто) зустрічається те або інше число.

### **Шкала порядку**

Є види спорту, де результат спортсмена визначається тільки місцем, зайнятим на змаганнях (наприклад, єдиноборства). Після таких змагань ясно, хто зі спортсменів сильніше, а хто слабкіше. Але наскільки сильніше або слабкіше, сказати не можна. Якщо три спортсмени зайняли відповідно перші, другі й треті місця, то які їхні розходження в спортивній майстерності, залишається неясним: другий спортсмен може бути майже дорівнює першому, а може бути істотно слабкіше його й бути майже однаковим із третім. Місця, займані в шкалі порядку, називаються рангами, а сама шкала називається ранговою або неметричною. У такій шкалі складові її числа впорядковані по рангах (тобто займаним місцям), але інтервали між ними точно виміряти не можна. На відміну від шкали найменувань шкала порядку дозволяє не тільки встановити факт рівності або нерівності вимірюваних об'єктів, але й визначити характер нерівності у вигляді суджень: "більше — менше", "краще — гірше" і т.п.

За допомогою шкал порядку можна вимірювати якісні, що не мають строгої кількісної міри, показники. Особливо широко ці шкали використовуються в гуманітарних науках: педагогіці, психології, соціології. До рангів шкали порядку можна застосовувати більше число математичних операцій, чим до чисел шкали найменувань.

### **Шкала інтервалів**

Це така шкала, у якій числа не тільки впорядковані по рангах, але й розділені певними інтервалами. Особливість, що відрізняє її від описуваної далі шкали відносин, полягає в тому, що нульова крапка вибирається довільно. Прикладами можуть бути календарний час (початок літочислення в різних календарях устанавлювалося по випадкових причинах), суглобної кут (кут у ліктьовому суглобі при повнім розгинанні передпліччя може прийматися рівним або нулю, або



1800), температура, потенційна енергія піднятого вантажу, потенціал електричного поля й ін.

Результати вимірів по шкалі інтервалів можна обробляти всіма математичними методами, крім обчислення відносин. Дані шкали інтервалів дають відповідь на питання "на скільки більше?", але не дозволяють затверджувати, що одне значення обмірюваної величини в стільки-те раз більше або менше іншого. Наприклад, якщо температура підвищилася з 10про до 20про по Цельсию, те не можна сказати, що стало у два рази тепліше.

### **Шкала відносин**

Ця шкала відрізняється від шкали інтервалів тільки тим, що в ній строго визначене положення нульової крапки. Завдяки цьому шкала відносин не накладає ніяких обмежень на математичний апарат, використовуваний для обробки результатів спостережень.

У спорті по шкалі відносин вимірюють відстань, силу, швидкість і десятки інших змінних. По шкалі відносин вимірюють і ті величини, які утворюються як різниці чисел, відлічених по шкалі інтервалів. Так, календарний час відлічується по шкалі інтервалів, а інтервали часу — по шкалі відносин.

При використанні шкали відносин (і тільки в цьому випадку!) вимір якої-небудь величини зводиться до експериментального визначення відносини цієї величини до іншої подібної, прийнятої за одиницю. Вимірюючи довжину стрибка, ми довідаємося в скільки разів ця довжина більше довжини іншого тіла, прийнятого за одиницю довжини (метрової лінійки в окремому випадку); зважуючи штангу, визначаємо відношення її маси до маси іншого тіла — одиничної гирі "кілограма" і т.п. Якщо обмежитися тільки застосуванням шкал відносин, то можна дати інше (більше вузьке, частка) визначення виміру: виміряти яку-небудь величину — значить знайти досвідченим шляхом її відношення до відповідної одиниці виміру.

В посібнику накопичено значний педагогічний та лабораторний досвід практичної роботи у різних сферах метрологічного контролю у фізичному вихованні рухів людини починаючи від фізичного виховання і спорту, медицини, прикладної ергономіки, професійної рухової дидактики. Значну частину цього досвіду, а також дані найсучасніших вітчизняних та зарубіжних досліджень узагальнено. Посібник може бути корисним для студентів, які вивчають курс біомеханіки на біологічних та педагогічних факультетах університетів, а також у медичних і технічних вищих навчальних закладах. Опанувати курс метрологічного контролю у фізичному вихованні неможливо без набуття студентами практичних навичок самостійної роботи з дослідження рухів. Для успішного використання посібника за умов теоретичного матеріала і практикуму студенти повинні

мати певні теоретичні та прикладні знання з біокінематики, біодинаміки та біостатики рухів людини, з різних апаратурних систем, їхніх метрологічних характеристик та одиниць вимірювання а також використання в учбовому процесі сучасних комп'ютерних технологій.

Велика кількість інформації, котру викладач має подавати на кожному занятті, утруднює його індивідуальну роботу зі студентами. За звичайних умов це дає змогу студентам з достатньою ефективністю використовувати час, відведений для набуття навичок самостійного дослідження. Існуючі навчальні посібники, котрі містять дуже обмежені відомості з більшості тем лабораторного циклу, через свою переважно теоретичну спрямованість, на жаль, не можуть бути використані повною мірою як відповідне керівництво до проведення практичних і лабораторних занять.

Для активізації навчального процесу з курсу практичних тем із застосуванням цього посібника доцільно, мабуть, використовувати принципи програмованого навчання, надати тим, хто навчається, відносно більшої свободи у засвоєнні матеріалу та самостійної роботи.

Найбільшим досягненням людства на сучасному етапі є створення потужних засобів зв'язку й комунікації, засобів обробки й перетворення інформації. Разом з тим при цьому багаторазово зростають інформаційні потоки, що проходять через кожну людину, і неминуче виникає дефіцит часу для взаємодії із предметно орієнтованими областями інформації (областями знань). Одна із задач освіти – забезпечення доступу людини до його інформації, що цікавить, і організація найбільш ефективного й плідного відбору, засвоєння й нагромадження необхідної, корисної для нього інформації (знань).

Інформатизація й комп'ютеризація освіти саме спрямовані на рішення даних проблем. Мало встановити комп'ютери в навчальних закладах, в Інтернет-Центрах і т. ін., необхідно створювати ефективні інформаційні технології, що вдосконалюють навчальний процес (як процес навчання, так і викладання) по предметних областях знань і навчальних дисциплін.

Для фахівців, які мають намір користуватися цим посібником у позаурочний час як керівництвом для проведення дослідницьких робіт у своїй професійній сфері з використанням методів метрологічного контролю і аналізу, рекомендується детальніше ознайомитися з теоретичними відомостями, методичними вказівками до практичних та занять, а також зі списком літератури, коротким словником-довідником та додатками.

Підготовка майбутніх педагогів по фізичній культурі в сучасній професійно-педагогічній практиці до майбутньої педагогічної діяльності – складний, багатогранний процес пошуку й верифікації умов продуктового становлення й самовираження особистості. На факультеті фізичній культурі та спорту велике значення приділяється не тільки дисциплінам психолого-педагогічного блоку, але й дисциплінам предметної підготовки, у тому числі й дисципліни « метрологічний контроль у фізичному вихованні ».

Завданнями курсу « Метрологічний контроль у фізичному вихованні» виконання переліку специфічно детермінуємих завдань, професійно-педагогічних і трудових функцій майбутнього педагога по фізичній культурі:

- формування в майбутніх педагогів по фізичній культурі (бакалаврів) подань про раціональну організацію навчального процесу по фізичній культурі в системі освоєння техніки виконання фізичних вправ;

- усвідомлення необхідності й реалізація умов у навчальному й учбово-тренувальному процесі можливостей зміцнення й збереження здоров'я школярів;

- формування в майбутнього педагога по фізичній культурі спеціальних компетенцій, що зводяться в структурі вивчення освоюваної дисципліни

## 1.1. Основи біометрії

Біометрія як самостійний науковий напрям, що вивчає планування та обробку результатів комплексних експериментів та спостережень за біологічними об'єктами, склався на кінець ХІХ ст. під впливом праць двоюрідного брата Чарльза Дарвіна англійського ученого Френсіса Ч. Гальтона, який досяг видатних результатів у галузі кореляційного та регресійного аналізу. Згодом теорію кореляції розвинув Карл Пірсон, а основи методології сучасної біометрії було розроблено у дослідженнях англійського фахівця Р. А. Фішера, котрий показав, що планування експериментів і спостережень за живими системами та обробка їх результатів — це єдиний процес. Він також заклав основи планування експериментів, розробив методи дисперсійного аналізу.

Нині біометрія — це наука про закони (засоби) фізичного вимірювання живих об'єктів (людини) та про способи обробки результатів цього вимірювання. До основних завдань біометрії при вивченні рухів як частини загальної біометрії можна віднести:

1) створення передумов для дослідження та розробки законів, керуючись котрими можна вимірювати рухи та інші параметри організму людини;

2) створення методів вимірювання;

3) отримання об'єктивної інформації для її застосування у практиці біомеханічного аналізу. Виходячи з цього можна розглядати три основні частини біометрії: *теорію вимірювань, методи вимірювань, методи обробки результатів вимірювань.*

Перша частина, незважаючи на теоретичність, має прикладну спрямованість на забезпечення потреб практики вивчення рухів. Вона включає основи метрології, загальні основи теорії похибок, теорії систем, інформації, автоматичного регулювання, а також теоретичні основи методу моделювання.

Друга частина розкриває особливості сучасної техніки вимірювань та тестування людини, а також характер та можливості доцільного її використання у дослідженні параметрів організму при розв'язанні людиною певних рухових завдань. Тут вивчаються вимірювальні пристрої (тренажери), датчики інформації, пристрої, що підсилюють, перетворюють та передають інформацію, а також прилади для її реєстрації та обробки.

Третя частина — методи обробки результатів вимірювань на базі математичної статистики, хоча і є невід'ємною частиною загальної біометрії, можуть розглядатися у рамках самостійної наукової дисципліни.

Виміряти фізичну величину — це означає порівняти її з однорідною величиною, умовно взятою за одиницю вимірювання. Два поняття — фізична величина та одиниця вимірювання — за змістом різні. *Фізична величина* — це виміряне (чи можливо виміряне) фізичне явище. *Фізичне явище* ~ це відображені у нашій свідомості явища природи, що нас оточують чи про котрі здогадуємося, але такі, що не можемо виміряти (наприклад, відомо, що кожна людина має своє біополе, але поки нема приладів, які точно виміряли б його кількісні параметри), а також температура на сонці, гравітаційні взаємодії між клітинами живих організмів та багато інших.

*Одиниці вимірювання* — це величини, довільно вибрані дослідниками для кількісного порівняння та оцінки об'єктивних явищ природи, котрі вивчаються.

*Мета вимірювання* — отримання кількісної та якісної інформації про фізичні (механічні) властивості організму людини та про окремі його елементи, про її рухи та рухові дії.

*Об'єкт вимірювань у* — людина як біологічна система, її руховий апарат, внутрішні та зовнішні фізичні взаємодії організму людини за різних умов її життєдіяльності.

Основним завданням метрологічного контролю у фізичному вихованні як частині загальної метрології є забезпечення єдності та точності вимірювання рухів. Вона складається з трьох

взаємопов'язаних розділів: 1) теорія та методика вимірювань рухової діяльності людини; 2) методи обробки результатів вимірювань; 3) методи застосування отриманих кількісних даних на практиці.

Використання метрологічного контролю базується на

- загальній теорії вимірювань;
- утворенні одиниць фізичних величин та їх систем;
- методах та засобах вимірювання;
- методах визначення точності вимірювань (теорія похибки вимірювань);
- основах забезпечення єдності вимірювань та одноманітності засобів вимірювання;
- створенні еталонів та зразків засобів вимірювання;
- методах передачі розмірів одиниць вимірювання від еталонів до зразкових та до робочих засобів вимірювання.

Окрім точності та єдності вимірювання фізичних величин, вимірюванню підлягають також біологічні, психологічні, педагогічні, соціальні показники, що характеризують рухову діяльність людини. Для цього розроблено спеціальні методи та засоби вимірювань, результати котрих можуть об'єктивно характеризувати ступінь підготовленості людини до розв'язання певних рухових завдань.

При вимірюванні характеристик рухів користуються відповідними одиницями вимірювань. При цьому виникає проблема вибору еталонів. Усі одиниці вимірювання поділяються на основні, додаткові та похідні.

*Основні одиниці вимірювання* — це такі, розмір яких встановлюється незалежно від інших одиниць. *Похідні* ~ це одиниці, що визначаються рівнями зв'язку, котрі виражають математичну залежність однієї величини від іншої. *Системою одиниць* прийнято називати сукупність поодиноких вимірювань, що охоплюють якусь специфічну область фізичних величин.

Єдності вимірювань досягають шляхом представлення результатів в узаконених одиницях і з певною вірогідністю похибок. Нині у біомеханіці використовується Міжнародна система одиниць — СІ (SI). *Основні одиниці фізичних величин* у СІ: одиниці довжини — метр (м); маси — кілограм (кг); часу — секунда (с); сили струму — ампер (А); термодинамічної температури — Кельвін (К); сили світла — кандела (кд); кількості речовини —

моль (моль). Додаткові одиниці у СІ — радіан (рад) та стерadian (ср) — застосовуються для вимірювання плоского та тілесного кутів у просторі. Окрім того, у вимірюваннях використовуються ще такі одиниці: сили — ньютон (Н), температури — градуси Цельсія (°С), частоти — герц (Гц), тиску — паскаль (Па), об'єму — літр (л), мілілітр (мл).

Шляхом розрахунків з цих основних одиниць отримують похідні. Наприклад, робота, здійснювана тілом, що рухається, вимірюється як добуток сили на переміщення (Ньютон · метр —  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ), потужність як робота за одиницю часу — у  $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ , швидкість — у  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$  тощо.

На практиці досить широко застосовуються так звані позасистемні одиниці. Наприклад, потужність вимірюється у кінських силах (к. с), енергія — у калоріях (кал), тиск — у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.) тощо. Останнім часом від них поступово відмовляються. У деяких підручниках з фізіології та біохімії експериментальний матеріал представлений у позасистемних одиницях. Для переведення їх у СІ можна використовувати такі відношення:  $1 \text{ Н} = 0,102 \text{ кг}$  (сили);  $1 \text{ Нм} = 1 \text{ Дж}$  (джоуль)  $= 0,102 \text{ кгм} = 0,000239 \text{ ккал}$ . Один ньютонometr дуже незначний за величиною і тому роботу спортсмена (або енергію, що виділяється при виконанні вправ) частіше вимірюють у кілоджоулях:  $1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Нм} = 0,239 \text{ ккал} = 102 \text{ кгм}$ . Інтенсивність (або потужність) рухів вимірюється у ватах:  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж} \cdot \text{с}^{-1} = 1 \text{ Нм} \cdot \text{с}^{-1} = 0,102 \text{ кгм} \cdot \text{с}^{-1}$ ; відповідно  $1000 \text{ Вт} = 102 \text{ кгм} \cdot \text{с}^{-1}$ . При метрологічних вимірюваннях значного поширення набув такий показник, як енерговитрати (у ккал) при виконанні рухів за одиницю часу (хв):  $1 \text{ ккал} \cdot \text{хв}^{-1} = 69,767 \text{ Вт} = 426,85 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} = 4,186 \text{ кДж} \cdot \text{хв}^{-1}$ .

Оцінюючи інтенсивність того чи іншого руху, фахівці часто відмічають, що він виконується при споживанні певної порції кисню. При цьому відомо, що при споживанні 1 л кисню ( $\text{O}_2$ ) виділяється 5,05 ккал енергії і здійснюється робота, що дорівнює 21,237 кДж. Отже, можливо розрахувати, скільки витрачається кисню на виконання кожного руху, що вивчається, яка при цьому виконується робота.

У біометрії широко застосовуються прийоми та методи метрології — вчення про вимірювання. Її завданнями є встановлення одиниць вимірювання та розробка методів

високоточних вимірювань.

Розділ аналізу — *біокінематика* (від грецьк. *біоз* — життя, *kinematos* — рух) вивчає рух живих тіл та біологічних систем. *Кінематика* — це розділ механіки, що вивчає механічні рухи усіх матеріальних тіл у природі. Рухи тіл у кінематиці вивчаються без урахування їхньої інертності та діючих сил. Тому кінематику іноді називають геометрією рухів. Поняття кінематики рухів включають в основному способи вимірювання положення тіла у просторі щодо інших тіл з плином часу. Кінематика ставить за мету аналізувати різні види руху та виявляти закони, котрі відображають зв'язки між величинами, що характеризують ці рухи. Основним чинником кінематики та біокінематики є поняття про рух. Біокінематика вивчає все про рухи тіла людини, окрім механічних причин, котрі їх викликають.

Існують три способи визначення рухів тіла людини як матеріальної точки: природний, координатний та векторний. При цьому використовують такі кінематичні характеристики руху, як траєкторія, швидкість, прискорення, форма руху точки (прямолінійна, криволінійна). Якщо ж аналізується рух тіла як системи матеріальних точок, то використовують такі її характеристики: форма рухів (за формою рух може бути поступальним, обертальним або складним), швидкість, прискорення (розглядаються та співставляються характеристики рухів різних точок системи). Другий спосіб моделювання дозволяє отримати більш повне уявлення про рух тіла людини. Визначити положення тіла людини у просторі, застосовуючи цей спосіб, означає встановити місце його точок у просторі відносно обраної системи координат з урахуванням часу.

Часові характеристики розкривають рух у часі, коли він почався і коли закінчився (момент часу), як довго тривав (тривалість руху), як часто виконувався рух (темп), як рухи були побудовані у часі (ритм). Разом з просторово-часовими характеристиками вони визначають характер рухів людини. Визначаючи, де знаходилася та чи інша точка тіла у просторі, слід визначити, коли вона там була.

Темп — величина, обернена тривалості рухів. Чим більша тривалість кожного руху, тим менший темп, і навпаки. У вправах із циклічною структурою рухів темп може бути показником досконалості техніки. Так, спортсмени високої кваліфікації можуть

підтримувати необхідний темп протягом усієї дистанції.

*Ритм рухів* (часовий) — це часова міра співвідношення частин руху. Ритм — величина, що не має розміру.

Ритм рухів характеризує, наприклад, відношення часу опори до часу польоту у бігу або часу амортизації до часу відштовхування при опорі. Окрім часових можна визначити ще просторові показники ритму (наприклад, відношення довжини бігових кроків у стартовому розбігу спринтера).

Ритм відображає зусилля, що докладаються, і залежить від їхньої величини, часу докладання та інших особливостей рухів. Тому за ритмом рухів певною мірою можна судити про їх досконалість. У ритмі особливо важливими є акценти — великі зусилля та прискорення, їх розміщення у часі. При оволодінні вправами краще спочатку задати ритм, ніж докладно описувати деталі рухів. Це допомагає скоріше зрозуміти особливості вправи, що вивчається, її побудову у часі.

За просторово-часовими характеристиками рухів визначають, як змінюються положення і рухи людини у часі, як швидко людина змінює свої положення (швидкість) і рухи (прискорення).

*Швидкість точки* — це просторово-часова міра руху точки (швидкості зміни її положення).

Визначається швидкість точки за змінами її координат у часі. Швидкість — величина векторна і характеризує швидкість руху та його напрямок.

Миттєва швидкість — це швидкість у даний момент часу або у даній точці траєкторії, немов швидкість рівномірного руху на дуже малій ділянці траєкторії коло даної точки траєкторії.

Середня швидкість — це швидкість, з якою точка у рівномірному русі за той самий час пройшла б увесь розглядуваний шлях. Середня швидкість дозволяє порівнювати нерівномірні рухи.

Швидкість руху тіла визначають за швидкістю руху його точок. При поступальному русі тіла лінійні швидкості всіх його точок однакові за величиною і напрямком. При обертальному русі визначають кутову швидкість тіла як міру швидкості зміни його кутового положення.

*Прискорення точки* — це просторово-часова міра зміни руху точки. Прискорення руху такої точки дорівнює першій похідній за часом від швидкості цієї точки у системі відліку.

Звичайно прискорення такої точки визначається за змінами її



швидкості у часі. Прискорення — величина векторна, що характеризує швидкість зміни швидкості за її величиною і напрямком у даний момент (миттєве прискорення).

Більш складним є обертальний рух тіла (усі точки тіла при цьому описують кола різного радіуса, але мають одну загальну вісь обертання). Цей рух також може бути рівномірним та перемінним.

У ряді випадків тіло людини може здійснювати так звані плоско-паралельні рухи. Це спостерігається, коли усі точки тіла рухаються у площинах, паралельних одній нерухомій площині (наприклад, з певними допущеннями таким рухом можна вважати біг спортсмена по дистанції, що регламентується вертикальним положенням та простором, обмеженим біговою доріжкою). При цьому усі точки тіла мають неоднакові траєкторії та швидкості (на відміну від поступального руху). Такий рух може бути проаналізований шляхом розкладання на складові руху: поступальний зі швидкістю будь-якої довільно взятої точки тіла та обертальний рух інших точок тіла навколо цієї точки. Дана точка у механіці називається полюсом обертання. Якщо за полюс береться точка, швидкість у котрій на даний момент часу дорівнює нулю, то полюс є миттєвим центром.

Динаміка — це розділ механіки, що вивчає механічні причини руху усіх матеріальних тіл у природі.

У динаміці розв'язуються два основних завдання: за заданими (відомими) силами визначається закон руху (пояснюється, яким чином рухається тіло даної маси під дією сил); за відомим законом руху визначається величина та напрямок діючих сил.

Усі завдання динаміки реалізуються на основі використання трьох основних законів механіки.

*Маса тіла* — це міра інертності тіла при поступальному русі. Вона вимірюється відношенням величини прикладеної сили до прискорення, котре вона викликає:

$$m = \frac{F}{\bar{a}}; [m] = M$$

де  $m$  — маса;  $\bar{F}$  — сила;  $\bar{a}$  — прискорення. Вимірювання маси тіла тут ґрунтується на другому законі Ньютона. Маса тіла залежить від кількості речовини цього тіла і характеризує його властивість — як саме прикладена сила може змінити його рух. Одна й та сама сила надасть більшого прискорення тілу, що має меншу масу, ніж тілу з більшою масою.

При дослідженні обертальних рухів слід урахувати не тільки величину маси, але й її розподілення у тілі. На розподіл матеріальних точок у тілі вказує місце розташування мас тіла.

*Момент інерції тіла* — це міра його інертності при обертальному русі. Момент інерції тіла відносно осі дорівнює сумі добутків мас усіх матеріальних точок тіла на квадрати їхніх відстаней від даної осі:

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2; [I] = ML^2$$

Тут  $n$  — кількість елементів (часточок) у системі;  $m_i$  — маса кожного елемента у системі;  $r_i$  — відстань кожного елемента до осі обертання.

У системі тіл, що деформується, коли її частини віддаляються від осі обертання, момент інерції системи збільшується. Інерційний опір збільшується з віддаленням частин тіла від осі обертання пропорційно квадрату відстані. Оскільки матеріальні точки у тілі розташовані на різних відстанях від осі обертання, для розв'язання ряду завдань зручно вводити поняття радіуса інерції.

*Радіус інерції тіла* — це порівняльна міра інертності даного тіла відносно різних осей обертання. Його можна виміряти, добуваючи корінь квадратний із відношення моменту інерції (відносно даної осі) до маси тіла:

$$R_{iH} = \sqrt{\frac{I}{m}}; [R_{iH}] = L.$$

Знання моментів інерції тіла спортсменів під час розв'язання різних рухових завдань є дуже важливим для розуміння закономірностей рухів тіла, хоча точне кількісне визначення цієї величини у конкретних випадках нерідко утруднене.

Відомо, що рух тіла може відбуватися як під дією прикладених до нього рушійних сил, так і без рушійних сил (за інерцією, коли прикладена тільки гальмівна сила). Рушійні сили прикладені не завжди; без гальмівних сил руху не буває. Сила — причина не руху, а зміни руху; силові характеристики розкривають зв'язок дії сил зі зміною рухів.

*Сила* — це міра механічної дії одного тіла на інше; чисельно вона визначається добутком маси тіла на його прискорення, спричинене даною силою:

$$\vec{F} = m\vec{a}; [F] = \text{MLT}^{-2}$$

Зміна сили, так само як і маси, ґрунтується на другому законі Ньютона. Сила, що прикладена до даного тіла, спричиняє його прискорення. Хоча найчастіше йдеться не про силу, а про результат її дії, це можна застосовувати тільки до найпростішого поступального руху тіла. У рухах людини як системи тіл, де усі рухи частин тіла є обертальними, зміна обертального руху залежить не від сили, а від моментів сил.

Сили, що діють на тіло людини, при аналізі можна поділити на декілька груп: *дистантні*, що виникають на відстані без безпосереднього зіткнення тіл — сили земного тяжіння, та *контактні*, що утворюються при зіткненні тіл (пружні сили та сили тертя). Виходячи з того, який вплив справляють ті або інші сили на рух тіла, можна виділити сили *активні* (що задаються) та *реакції зв'язку*, котрі накладають певні обмеження на рух тіла (вони не спричиняють рух, а протидіють активним силам або зрівноважують їх). Залежно від обраної системи відліку щодо тіла людини (від складу системи) розрізняють сили *зовнішні* та *внутрішні*. Зовнішні сили виникають із зовні тіла людини (наприклад, сила земного тяжіння). Внутрішні сили утворюються внаслідок внутрішніх взаємодій у системі тіла людини (наприклад, сила м'язів, сили внутрішньої взаємодії мас тіла). Стосовно до простору, що займає тіло людини та окремі його утворення, діючі сили можуть розглядатися як *зосереджені* (прикладені в одній точці) або *розподільні* (поверхневі, об'ємні). Залежно від тривалості дії на тіло людини сили можуть бути *постійними* (наприклад, сила гравітації) та *змінними* (практично всі інші сили).

У реальній дійсності на тіло людини при його русі діє ще цілий комплекс сил довколишнього середовища. Ті сили, котрі спрямовані проти його руху або утворюють з його напрямком тупий кут, називаються *гальмівними силами*. Відносно тіла людини вони здійснюють від'ємну роботу. Залежно від того, як спрямовано силу відносно вектора швидкості, можна виділити ще сили, котрі *відхиляють* (відхильні) рух та *завертають* (завертальні). Від того, яким буде результат дії тих чи інших сил, їх можна також розглядати як сили прискорювальні, сповільнювальні або такі, що повертають рух у зворотному напрямку (*повертальні*).

У рухах людини як системи тіл зміна обертального руху кожної біоланки залежить не від сили, а від моменту сили.

Кількість руху тіла спортсмена може бути встановлена, наприклад, за тривалістю руху до зупинки під дією вимірної гальмівної сили. Відповідна зміна кількості руху відбувається під дією імпульсу сили:

$$\int_{t_0}^t \bar{F} dt = \Delta m\bar{v}.$$

*Кінетичний момент* — це міра обертального руху тіла, що характеризує його здатність передаватися іншому тілу у вигляді механічного руху. Кінетичний момент дорівнює добутку моменту інерції відносно осі обертання на кутову швидкість тіла:

$$\bar{K}_z = I\bar{\omega}; [K_z] = ML^2T^{-1}.$$

У такий самий спосіб під дією імпульсу моменту сили відбувається відповідна зміна кінетичного моменту (момент кількості руху):

$$\int_{t_0}^t M_z(\bar{F}) dt = \Delta I\bar{\omega}.$$

Без впливу зовнішніх сил на тіло людини або на інше тіло, що рухається, сума усіх його імпульсів залишається постійною.

Таким чином, до раніше розглянутих кінематичних мір зміни руху (швидкість та прискорення) додаються і динамічні міри зміни руху (кількість руху, кінетичний момент).

При рухах людини сили, прикладені до її тіла на певному шляху, здійснюють роботу і змінюють його енергію. Робота характеризує процес, під час якого змінюється енергія системи. Енергія вже характеризує стан системи і змінюється внаслідок роботи. Механічна енергія — це специфічна фізична величина, що характеризує здатність тіла здійснювати роботу. Енергія відображає кількісну міру та якісну характеристику руху матерії в усіх її можливих проявах. Енергетичні характеристики показують, як змінюються види енергії під час рухів та як відбувається перебіг самого процесу зміни енергії.

*Робота сили* — це міра дії сили на тіло при деякому його переміщенні під дією цієї сили. Робота перемінної сили у поступальному русі на кінцевому шляху дорівнює певному інтегралу від елементарної роботи сили на шляху її докладання:

$$A = \int_{s_0}^s F_v ds; [A] = ML^2T^{-2}$$

де  $F_v$  — проекція сили  $F$  на напрямок швидкості  $v$ . Оскільки сили у

рухах людини звичайно є перемінними, а рухи точок тіла криволінійні, то робота сили являє собою суму елементарних робіт.

Якщо сила спрямована у бік руху (або під гострим кутом до його напрямку), то вона здійснює додатну роботу, збільшуючи енергію тіла людини, що рухається. Коли ж сила спрямована назустріч руху (або під тупим кутом до його напрямку), то робота сили є від'ємною і енергія руху тіла людини зменшується.

Робота сили тяжіння тіла дорівнює добутку його ваги на різницю висот ( $h$ ) початкового і кінцевого положень:

$$A_{\text{тяж}} = P \Delta h .$$

При опусканні тіла робота сили тяжіння є додатною, а при підйомі — від'ємною.

Окрім роботи сили тяжіння (роботи підйому), можна виділити роботу розтягування та роботу прискорення. Робота розтягування здійснюється проти пружної сили (наприклад, таку роботу виконує рука людини, розтягуючи тятиву лука тощо). Роботу прискорення добре видно на прикладі метань молота, списа, штовхання ядра тощо. У процесі роботи людина проявляє певну працездатність (робота перетворюється на працездатність).

При енергетичних розрахунках для оцінки ролі сили визначають потужність сили, що характеризує важливий бік її ефекту — швидкість виконання роботи.

*Потужність сили* — це міра приросту роботи сили. Потужність сили у даний момент часу дорівнює похідній за часом від роботи:

$$N = \frac{dA}{dt} = A = Fv; [N] = ML^2T^{-3}$$

Ефективність прикладання сил у механіці визначають також за коефіцієнтом корисної дії (ККД) — відношенням корисної роботи ( $A_{\text{кор}}$ ) до всієї витраченої роботи ( $A$ ) рушійних сил:

$$\eta = \frac{N_{\text{кор}}}{N} = \frac{A_{\text{кор}}}{A}$$

Чим більший ККД ( $\eta$ ), тим ефективніший рух.

Механічна енергія тіла людини визначається як запас його працездатності, тобто швидкостями рухів тіла та їхнім взаємним розташуванням. Це енергія переміщення та взаємодії.

*Кінетична енергія* тіла людини — це енергія його механічного руху, що визначає можливість здійснити ту чи іншу роботу. При

поступальному русі вона вимірюється половиною добутку маси тіла людини на квадрат його швидкості:

$$E_{k(\text{пост})} = \frac{mv^2}{2}; [E_{k(\text{пост})}] = \text{ML}^2\text{T}^{-2}$$

*Потенційна енергія* тіла людини — це енергія його положення, обумовлена взаємним відносним розташуванням тіл або частин того самого тіла та характером їх взаємодії. Потенційна енергія у полі сил тяжіння

$$E_n = mgh = Gh,$$

де  $G$  — сила тяжіння;  $h$  — різниця рівнів початкового та кінцевого положення над землею, відносно котрого визначається енергія. Потенційна енергія пружно деформованого тіла

$$E_{n(\text{пр})} = \frac{C\Delta l^2}{2},$$

де  $C$  — модуль жорсткості;  $\Delta l^2$  — зміна довжини.

Потенційна енергія тіла людини, яка перебуває у полі сил тяжіння, залежить від відносного розташування його частин. Потенційна енергія виникає за рахунок кінетичної (піднімання тіла, розтягування м'яза) і при зміні положення (падіння тіла, вкорочення м'яза) переходить у кінетичну.

Кінетична енергія біомеханічної системи тіла людини при плоскопаралельному русі дорівнює сумі кінетичної енергії його центра мас (ЦМ), якщо уявити, що у ньому зосереджено масу усієї системи, та кінетичної енергії системи у її обертальному русі відносно ЦМ:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

Повна механічна енергія системи ланок тіла людини дорівнює сумі його кінетичної та потенційної енергії. У разі відсутності впливів зовнішніх сил повна механічна енергія тіла людини не змінюється.

У рухах людини одні види руху переходять в інші. При цьому енергія як міра її руху переходить з одного виду в інший. Так, хімічна енергія у м'язах перетворюється на механічну (внутрішню потенційну пружно деформованих м'язів). Породжена останньою сила тяги м'язів здійснює роботу і перетворює потенційну енергію на кінетичну енергію рухомих ланок тіла та зовнішніх тіл.

Системні уявлення про рухи дають можливість вивчати окремі біомеханічні характеристики рухів у їх взаємозв'язку,

взаємозумовленості та взаємозалежності. Це й визначає поняття "структура руху". Біомеханічна структура руху дає уявлення про те, яким чином окремі його частини об'єднуються в одне ціле.

Сила ваги тіла людини — це одне з проявлень сили всесвітнього тяжіння (сили тяжіння усіх тіл до Землі). Сила ( $F$ ), що діє на тіло людини масою  $m$  поблизу поверхні Землі, згідно із законом всесвітнього тяжіння буде дорівнювати

$$F_T = G \frac{Mm}{R^2},$$

де  $M$  — маса Землі;  $R$  — радіус Землі;  $G$  — стала всесвітнього тяжіння — гравітаційна стала, що чисельно дорівнює силі тяжіння між двома тілами (матеріальними точками) масою 1 кг кожне, коли відстань між ними становить 1 м.

Якщо на тіло людини діє тільки сила тяжіння (усі інші зрівноважені), вона має здійснити вільне падіння. Прискорення вільного падіння визначається за другим законом Ньютона:

$$g = \frac{F}{m} = G \cdot \frac{Mm}{R^2 m} = G \cdot \frac{M}{R^2}.$$

Із цього рівняння видно, що прискорення вільного падіння  $g$  не залежить від маси ( $m$ ) тіла. Воно однакове для усіх тіл. Таким чином, сила ваги

$$F = mg$$

Силу, з котрою тіло людини внаслідок його тяжіння до землі діє на опору або підвіс, називають його вагою. Це сила, котра докладена не до тіла, а до опори або підвісу. Вага людини та її сила тяжіння — не рівнозначні поняття. Вага і сила тяжіння завжди прикладені до різних тіл. У полі земного тяжіння центр маси тіла людини збігається з його центром тяжіння (з точкою прикладання сили тяжіння, що діє на тіло).

Поняття маси тіла входить до другого закону Ньютона. Ця маса називається інертною (є мірою інертності тіла людини, характеризує здатність тіла зберігати швидкість незмінною за відсутності сил, а також отримувати прискорення під дією сили). Гравітаційна маса — це маса, що визначає силу взаємного тяжіння тіл і входить до закону всесвітнього тяжіння. За сучасними фізичними уявленнями, чисельно ці величини збігаються.

Для об'єктивної біомеханічної оцінки положення тіла людини у просторі необхідно знати можливості переміщення центра мас її

тіла та пов'язані з цим наслідки. Важливим показником цього процесу є кількість руху, або імпульс тіла. Кількістю руху тіла масою  $m$ , що рухається зі швидкістю  $v$ , називається вектор  $mv$ . У тому разі, якщо на тіло протягом якогось часу ( $\Delta t$ ) діяла сила  $F$ , для цього випадку другий закон Ньютона може бути записаний так: зміна кількості руху тіла дорівнює імпульсу сили, що діє на тіло, і відбувається у напрямку дії сили:

$$m\Delta v = F\Delta t$$

де  $F\Delta t$  — імпульс сили;  $m\Delta v$  — зміна кількості руху тіла за час  $\Delta t$ :  $m\Delta v = m(v_2 - v_1)$ . Кількість руху, або імпульс системи тіл — це геометрична сума імпульсів усіх тіл, що входять до системи:

$$mv = m_1v_1 + m_2v_2 + \dots + m_nv_n = \sum m_iv_i$$

Для тіла людини такою системою тіл (мас) можна вважати систему мас ( $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ ) його взаємно рухомих ланок. З цього виходить, що у такій системі точкових мас (зосереджених у центрах мас окремих ланок) існує точка, котрій можна приписати повну масу системи усього тіла ( $\sum m_i$ ). Іншими словами, це означає — замінити всю систему масою, зосередженою в одній точці. Така точка, фактично, володіє повним імпульсом системи  $mv = \sum m_iv_i$ . Це і є центр мас, або центр інерції всієї системи тіла людини. Він збігається з центром її тяжіння.

Положення центра тяжіння відносно опори впливає і на ступінь стійкості тіла та умови його рівноваги.

Рівновага тіла людини спостерігається тоді, коли всі сили, що діють на нього, і моменти сил є зрівноваженими (будь-які його прискорення дорівнюють нулю). У цьому положенні тіло може бути у спокої, рухатися прямолінійно та рівномірно або рівномірно обертатися навколо осі, що проходить через центр його тяжіння. Рівновага тіла людини має місце тоді, коли геометрична сума векторів усіх прикладених до тіла сил також дорівнює нулю.

#### *Контрольні питання*

1. Біометрія: дати визначення, назвати основні розділи.
2. Назвати основні розділи та визначення метрології у біометрії: фізична величина, одиниці вимірювання, мета, об'єкт та предмет вимірювання у біомеханіці.
3. Назвати основні, додаткові та похідні одиниці вимірювань за Міжнародною системою одиниць (СІ).



## **1.2. Апаратурні комплекси та вимірювальні системи, що використовують метрологічний контроль у фізичному вихованні**

У практиці вивчення рухових дій людини використовуються візуальні та інструментальні методи контролю. У першому випадку фахівці, науковці, тренери, спортсмени, спостерігачі за переміщеннями тіла людини отримують переважно якісне уявлення про її рухи. Результат візуальної оцінки здебільшого є суб'єктивним, не оснований на чітких критеріях, його важко використати для порівняльного аналізу.

Інструментальні методи контролю є більш об'єктивними. За їх допомогою отримують кількісну оцінку характеристик та показників рухових дій людини, а також можливих змін, що відбуваються у її організмі під час тієї чи іншої рухової діяльності. Нині у метрологічному контролі у фізичному вихованні використовуються методики, прийоми, котрі запозичені з багатьох галузей знань. Для підвищення точності інструментальних методів вимірювання характеристик рухів залучаються всі останні досягнення інженерної думки — радіотелеметрія, лазерна техніка, радіоізотопи, інфрачервона техніка, ультразвук, ЕОМ, телебачення, відеотехніка тощо. Інструментальні методи контролю переміщень тіла людини методично зручно поділити на дві групи — контактні та безконтактні, хоча на практиці вони часто застосовуються у комплексі, доповнюючи один одного.

В оптичних та оптико-електронних методах контролю інформація передається на реєструючій пристрій променем світла або тепловим випромінюванням. У механоелектричних методах вона передається електричними сигналами по проводах або радіохвилями. Ці методи основані на перетворенні вимірюваної якимось чином фізичної величини, що об'єктивно відбиває певні якості рухів людини, в електричний сигнал (оскільки електрика є універсальним засобом передачі енергії та інформації) з наступним вимірюванням та реєстрацією.

### **Електротензодинамографія**

Метод електротензодинамографії (від лат. *tensor* — напружую, розтягую) дозволяє реєструвати та вимірювати зусилля, що розвиває людина під час взаємодії з опорою та іншими об'єктами довколишнього середовища, котрі мають певну масу.

Усі тіла під дією прикладених до них сил деформуються, а

величина деформації кожного такого пружного тіла, як уже згадувалося, є пропорційною прикладеному зусиллю. Внаслідок виконання руху людина здійснює механічний вплив на ту поверхню опори, відносно котрої вона переміщується, наприклад бігові доріжки та різні використовувані нею спортивні снаряди, які під час цієї взаємодії деформуються. Щоб виміряти величини зусиль, що розвиває людина, застосовують спеціальні тензодатчики, що перетворюють величини механічної деформації на електричний сигнал. В основі роботи кожного такого тензодатчика лежить явище тензоефекту — властивість деяких матеріалів змінювати електричний опір під впливом деформації. Такий датчик — електричний провідник — наклеюється на пружний сило вимірювальний елемент, що сприймає зусилля. При деформації пружного сило вимірювального елемента відбувається деформація і наклеєного на нього тензодатчика, внаслідок цього на якусь величину і змінюється електричний опір  $R$  тензодатчика.

Таким чином, зміна сили струму  $I$  в електричному ланцюзі буде відображати зміни зусиль, які докладаються до тензодатчика, тобто відбувається перетворення вимірюваної неелектричної величини (сила  $F$ ) на електричний сигнал (сила струму). Це дозволяє виміряти електричними методами механічну величину.

### **Універсальні методики ЕТДГ.**

Сьогодні дуже поширеними є тензоплатформи. Найбільш відомі з них — електротензодинамометричний комплекс "Модуль" площею  $0,56 \text{ м}^2$  виробництва ВІСТІ (Росія) та тензоплатформа фірми KISTLER (Німеччина), що має площу  $0,48 \text{ м}^2$ . Такі платформи можуть розташовуватися на доріжках стадіонів, під важкоатлетичними помостами, у місцях відштовхування людини від опори при виконанні різних рухових дій. За допомогою динамографічних платформ, наприклад, вимірюються біомеханічні параметри опорних взаємодій людини у процесі ходьби, бігу, стрибків у довжину та висоту, стрибків на лижах з трампліна, стрибків у воду, а також у гімнастиці, акробатиці тощо.

Застосування платформ у процесі досліджень та біомеханічного контролю різних рухів людини потребує використання додаткових методологічних прийомів та пристроїв. Так, при контролі техніки метань (молот, диск, ядро) на платформу доцільно покласти спеціальний круглої форми настил (сектор) з обмежувальними

елементами; при дослідженні старту у спринті на робочій поверхні платформи встановлюють стартові колодки тощо.

### **Стабілографія**

Трудова та спортивна рухова діяльність у багатьох випадках вимагає від людини здатності досить економічно і з високим робочим ефектом утримувати певні робочі пози, видозмінювати їх, зберігаючи рівновагу свого тіла у просторі. Раціональні рухи та пози часто визначають кінцевий результат тієї чи іншої діяльності людини й тому є предметом детального дослідження фахівців. Ще у минулому столітті угорський лікар Ромберг ввів у клінічну практику спостереження за вертикальним положенням тіла та розробив методики оцінки ступеня коливання тіла і тремора кінцівок. Ним було доведено, що оцінка вертикального положення тіла є важливим індикатором функціонального стану організму людини, її здоров'я.

У практиці спорту часто зустрічаються різні статичні положення та пози. До таких статичних положень відносять різні стійки, виси, упори у спортивній гімнастиці, стартові положення у легкій атлетиці, плаванні та інших видах спорту, пози важкоатлетів, стрільців тощо. Роль цих положень та поз як елементів спортивної техніки може бути зовсім різною, якщо розглядати їх основні три фази — початкову, проміжну та кінцеву. Залежно від того, до якої з цих фаз належить досліджувана статична поза, можна конкретно оцінити її роль в ефективному розв'язанні рухового завдання. Про значну роль статичних положень та поз у спорті свідчить і той факт, що у змаганнях за суддівськими правилами регламентується фіксація статичних поз.

Процес збереження положення та пози тіла — це складний процес управління та регуляції. Тіло людини з біомеханічної точки зору у біостатиці можна уявити як багатоланкову механічну систему, що складається з ряду ланок, котрі не деформуються. Ці ланки з'єднані за допомогою шарнірів, в котрих діють суглобні моменти, що забезпечують жорсткість статичного положення усієї рухомої системи. Для оцінки умов рівноваги тіла людини нині досить широко застосовується методика стабілографії. Останнім часом ця методика, окрім дослідження власне біомеханічних основ стійкості, застосовується також для вивчення функціонального стану організму людини, стерпності до навантажень статичного характеру, оцінки координаційних можливостей людини з точки

зору професійного відбору. За всієї складності електронного комплексу апаратури, що використовується у методиці стабілографії, людина за час вимірювань не обтяжується прикріпленням датчиків до біоланок її тіла: їй лише необхідно стати на стабілографічну платформу та виконати відповідний контрольний тест.

Здатність зберігати рівновагу є однією з найважливіших умов забезпечення життєдіяльності організму людини. Методика, що забезпечує можливість кількісного та якісного аналізу стійкості стояння, власне й називається стабілографією.

### **Міотонографія**

**Міотонографія** — це реєстрація та аналіз якостей скелетних м'язів людини. Як приклад наведено апаратно-програмний комплекс для реєстрації та аналізу біомеханічних якостей скелетних м'язів людини,

комплекс призначений для якісної та кількісної діагностики біомеханічних якостей скелетних м'язів людини. Його можливості дозволяють отримати термінову інформацію про стан усіх досліджуваних м'язів у графічній та цифровій формах.

Під час діагностики на тілі людини закріплюється спеціальний датчик типу СМВ-308. Сигнали датчика вводяться через блок вводу інформації у ПК та обробляються за спеціальною програмою.

### **Електроміографія (ЕМГ)**

У процесі життєдіяльності організму в його органах та тканинах виникають біоелектричні сигнали, котрі являють собою складні коливання несиметричної форми, що називаються біопотенціалами. Певною мірою, об'єктивно відображаючи фізико-хімічні результати обміну речовин, вони є досить інформативними показниками стану фізіологічних процесів в організмі. Внутрішнє середовище організму має низький електричний опір, що дозволяє біопотенціалам поширюватися по усьому тілу людини. Внаслідок цього біопотенціали скелетних м'язів, серця та мозку можуть бути зафіксовані на поверхні тіла спеціальними датчиками біопотенціалів. Як відомо, тіло людини має три основних взаємозв'язаних електромагнітних поля з відповідними біопотенціалами серця (ЕКГ — електрокардіографія), рухового апарату (ЕМГ), кори головного мозку (ЕЕГ — електроенцефалографія).

Електромагнітне поле серця людини безперервно змінюється з

частотою серцевих скорочень, досягаючи максимуму у момент скорочення серцевого м'яза. Це поле підсилюється при фізичних вправах, емоційному збудженні людини та слабкішає під час сну, відпочинку, у стані спокою. Оскільки серце є найбільш життєво важливим органом людини, то дослідження його електричних потенціалів вже давно цікавило фахівців. Воно має чіткий певний ритм роботи, що не переривається ( $f = 0,5 \div 250$  Гц), достатній за величиною електричний сигнал (1—5 мВ) та локальний осередок збудження біопотенціалів. ЕМГ з'явилася пізніше, тільки з появою апаратури, що дозволяє надійно вловлювати біопотенціали електричної активності скелетних м'язів.

Електромагнітне поле мускулатури людини має складну конфігурацію, котра спотворюється при найменшій зміні пози. Створення електромагнітного поля може відбуватися навіть при появі думки про рух. Електроміографія — це спосіб реєстрації біоелектричної активності скелетних м'язів. Він дозволяє "заглянути" начебто усередину процесів, котрі відбуваються у м'язах, отримати цінну інформацію про роботу м'язів при виконанні рухових завдань, широко застосовується при вивченні спортивних рухів. Він дозволяє одночасно вимірювати біомеханічні та фізіологічні параметри рухової функції.

### **Акселерометрія**

Результатом дії сили на будь-яке тіло може бути деформація тіла та його прискорення (зміна кількості руху). Відповідно до цього усі силовимірювальні прилади поділяються на два типи:

- ті, що вимірюють деформацію тіла, до котрого прикладено силу (знайомий нам динамометричний метод);
- ті, що вимірюють прискорення рухомого тіла (акселерометрія).

**Акселерометрія** (від лат. *accelero* — прискорюю) — це методика,

котра дозволяє вимірювати прискорення ЗЦМ тіла людини та окремих його біоланок при виконанні рухів.

Акселерометр призначений для вимірювання прискорень. Робота такого датчика основана на вимірюванні сили інерції, котра виникає під час руху. Вимірювання прискорення відбувається у два етапи: 1) механічне вимірювання прискорення; 2) перетворення механічного переміщення маси датчика на електричний сигнал.

*Механічне вимірювання прискорення.* До досліджуваного об'єкта прикріплюється датчик, що складається з малої маси  $m$  на

пружному підвісі певної жорсткості  $c$ . Рух об'єкта з прискоренням  $a$  зумовлює виникнення в акселерометрі сили інерції  $\Delta F = ma$ , котра зрівноважується пружною силою підвіса. Оскільки маса датчика  $m$  та жорсткість  $c$  є постійними величинами, то переміщення маси датчика буде пропорційним лінійному прискоренню об'єкта. Водночас відносне переміщення маси датчика дорівнює деформації пружного зв'язку, а це означає, що, вимірюючи цю деформацію, можна визначити шукане прискорення об'єкта.

### Гоніометрія

**Гоніометрія** (від грецьк. *gonia* — кут) — це метод реєстрації кутових переміщень у суглобах. Величини суглобових кутів є важливими просторовими характеристиками рухів. Безперервний контроль за величинами кутових переміщень є корисним

- при вивченні спортивної техніки;
- при навчанні спортсменів раціональної техніки рухів;
- для біомеханічного аналізу спортивних рухів;
- для визначення рухомості сполучень ланок тіла, їх положень при різних позах, між позами руху;
- для оцінки гнучкості.

Рухоме з'єднання ланок тіла обумовлює їх кутове переміщення. Залежно від форми суглобів рухи можуть здійснюватися в одній або кількох площинах. Зі зміною кута у суглобі змінюються

- довжина м'яза (при цьому сила тяги м'яза зменшується пропорційно квадрату зменшення його довжини, тобто максимальну величину тягового зусилля м'яз виявляє при своєму найбільшому розтягненні у межах анатомічної рухомості);
- плече тяги м'яза відносно осі обертання;
- кут тяги м'яза за кістку.

Для вимірювання кутових переміщень ланок тіла людини, оцінки рівня розвитку гнучкості (амплітуди рухів) використовуються такі методи: 1) рентгенографія; 2) оптико-електронні — фото-, кіно-, стробозйомка, стереоциклографія, стереостробозйомка; відеометрія; 3) механічний; 4) механоелектричний.

Рентгенографічний метод дозволяє визначити теоретично припустиму амплітуду руху, розраховавши її на основі рентгенологічного аналізу будови суглоба.

Оптичні методи вимірювання гнучкості основані на застосуванні фото-, кіно-, стробозйомки. На суглобових точках тіла

спортсмена укріплюють датчики-маркери, зміна їх взаєморозташування фіксується реєструючою апаратурою. Подальша обробка фотознімків або фотоплівки дозволяє визначити рівень розвитку гнучкості. Найбільш точними сучасними та перспективними з оптико-електронних методів для вимірювання кутових переміщень є стереоциклографія, стереостробозйомка, відеоометрія.

### **Безконтактні методи контролю**

Відповідно до блок-схеми інструментальних методів контролю, представленої на рис. 5.1, розглянемо безконтактні методи — оптичні та оптико-електронні.

**Будова фотоапарата та відеокінокамери.** Серед сотень сучасних моделей фотоапаратів є громіздкі й мініатюрні, більш і менш точні, складні й прості. Усі вони складаються зі світлонепроникної камери (корпусу), об'єктива, видошукача та світлочутливого матеріалу. Звичайно це фотоплівка завширшки 36 або 60 мм, а у спеціальній вимірювальній апаратурі — фотопластинка розміром 130 x 80 мм. Чим більший формат матеріалу, тим вища розв'язувальна здатність фотографування. У корпусі знаходиться також затвор об'єктива та механізм пересування плівки на один кадр. Затвор призначений для того, щоб за короткий, точно визначений проміжок часу пропустити світловий потік на світлочутливий матеріал. Цей проміжок часу (або витримка) позначається цифрами 30, 60, 125, 250, 500 (наприклад, витримка 125 означає, що затвор об'єктива відкритий протягом 1/125 долі секунди).

Об'єктив фотоапарата складається з оправи, лінз та діафрагми. За допомогою діафрагми можна регулювати розміри діючого отвору об'єктива. Для величини діафрагми прийнято такі позначки: 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22. Переходячи від меншої цифри до наступної — більшої, ми вдвічі зменшуємо отвір, через котрий світло попадає на фотоплівку. Одночасно збільшується "глибина різкості", тобто зона простору, в якій усі предмети зображуються різко.

Таким чином, змінювати освітленість фотоматеріалу можна двома способами: витримкою та діафрагмою. Наприклад, сполучення витримки 60 та діафрагми 11 є еквівалентним сполученню витримки 125 з діафрагмою 8.

Видошукач потрібний для визначення меж кадра. Він дає

можливість встановити, які предмети входять у кадр, а які лишаються за його межами. Якісний видошукач, окрім того, дозволяє наводити на різкість та контролювати її у момент зйомки.

Сучасний фотоапарат стає усе більш автоматизованим. Він має вмонтований експонетр, основною частиною якого є фотоелемент, що дає струм, пропорційний освітленості. Завдяки цьому автоматично встановлюється витримка та діафрагма. Окрім того, можливе автоматичне регулювання різкості.

Останнім досягненням фототехніки є використання повних фотоапаратів-автоматів з системою чіп-карт: зображення кодується на магнітну картку, котра розпізнається за допомогою персонального комп'ютера або цифрових фотокамер "on-line", котрі кодують зображення одразу у цифровому виді і з'єднані з персональним комп'ютером (ПК), що дає можливість миттєво побачити відзнятий кадр на екрані монітора ПК.

**Автоматизовані відеокomp'ютерні системи.** Розвиток персональних ЕОМ та відеотехніки у світі у 1990-ті роки надав нового імпульсу удосконаленню засобів автоматизації управління процесом рухів людини. До цього часу у біомеханіці вже був накопичений багатий досвід аналізу рухів людини. Однак його широкомасштабне використання, що базувалося переважно на традиційних кіно- та фотометодах реєстрації рухів, на практиці гальмувалося через складність та об'ємність обчислювальних операцій з обробки кінограм. Тому вдале поєднання відеометодів реєстрації рухів з високоефективними методами обробки їх результатів, що базуються вже на перевірених численними дослідженнями алгоритмах біомеханічного аналізу, сприяло позитивним результатам.

Найбільшого розвитку цей напрям набув у розвинених країнах заходу, де вже з початку 80-х років відбувається переоснащення матеріальної бази в галузі вимірювань рухових дій людини у режимі "on-line" (реального часу). Нові біомеханічні центри відкрилися в Австрії, Греції, Швеції, Чехії, Словаччині, Великій Британії, Південній Кореї. Збільшилася кількість колективів фахівців-біомеханіків, які працюють у країнах, котрим належить науковий пріоритет у цій галузі, — США, Канаді, Японії, Німеччині.

Впровадження у практику передових досягнень біомеханіки спричинило зміни методології досліджень, що виявилось у все



більшій їх комп'ютеризації на всіх рівнях, розробки та втілення високопродуктивних та недорогих мікрокомп'ютерів. Саме тому важливою відмінністю цих змін стала поява більш ефективних методів вимірювання, складної високоточної вимірювальної апаратури, здатної зафіксувати усі необхідні параметри. На перший план виступають дистанційні та безконтактні методи дослідження. Ці положення визначають на сьогодні у біомеханіці три основних напрями розвитку вимірювальних систем, оснований на застосуванні

- високошвидкісних відеокамер у комплексі з дешифраторами відеофільмів для персональних комп'ютерів (ПК);
- стаціонарно встановлених динамографічних платформ, що функціонують у природних умовах, з виводом даних через аналого-цифрові перетворювачі на ПК;
- автоматизованих систем обробки відеограм на базі ПК.

У всіх трьох випадках технологія фіксування та обробки інформації із застосуванням ПК у режимі реального часу дає можливість оперувати великим обсягом даних, причому акцент у дослідженнях спрямований в основному на вивчення моделей техніки спортсменів високого класу. Це послужило основою появи пересувних лабораторій з компактними вимірювальними системами, що дозволяють контролювати рухові дії спортсменів у ході тренувального процесу у природних умовах і щільно підійти до розв'язання проблеми моделювання спортивної техніки. До числа найсучасніших високопродуктивних систем, на наш погляд, сьогодні можна віднести такі:

1. Система аналізу рухів у двох і трьох площинах "TAKEL" (Японія), котра може аналізувати рухи тіла людини при зчитуванні з точністю до хвилини, коли кольорові маркери кріпляться на суглоби. Спеціальна кольорова TV-камера має високошвидкісний затвор, який можна використовувати як сенсор, а камеру сконструйовано таким чином, щоб розпізнавати та визначати кольори кожного маркера, прикріпленого до людини. Ця система вимірює локальні координати маркера зі швидкістю до 60 кадрів за секунду у реальному часі та запам'ятовує результати вимірювання на гнучкому диску. Потім дані вимірювання можуть бути проаналізовані безпосередньо після вимірювання. Зовнішнє розняття системи дозволяє легко приєднувати інші пристрої, включаючи тензоплатформи з синхронізованою базою таким

чином, щоб можна було швидко й легко зібрати необхідні додаткові дані. Можлива конфігурація основних блоків у двох варіантах: для аналізу рухів тіла у двох площинах і для аналізу рухів у трьох площинах. Її можливості включають такі операції:

- вимірювання проводяться незалежно від розміру простору, внаслідок чого отримують високоточні та об'єктивні дані (кількість каналів — 4, 8 або 12);

- механізм визначення кольорового маркера виключає необхідність у задньому фоні, тому вимірювання при зчитуванні їхніх координат проводяться у реальних умовах;

- під час вимірювання місцезнаходження рухомих частин тіла висвітлюється на моніторі, тому рухи можна попередньо переглянути;

- дані координат запам'ятовуються на гнучкому диску безпосередньо наприкінці вимірювання, тим самим підвищується ефективність вимірювання;

- дані координат, переміщень, швидкостей, прискорень, кутів, кутових швидкостей графічно представляються на дисплеї у кольорі; числові дані можуть бути одразу надруковані;

- вимірювання та аналіз можуть проводитися після запису на відеострічку.

2. Система "VICON-370" (Велика Британія) складається зі станції-сервера бази даних, з'єднаних високошвидкісною мережею з однієї або більше робочих станцій. У системі встановлюється від 4 до 7 відеокамер. Станція даних синхронізує відеокамери та оцифровує у реальному часі зображення пасивних ретрорефлективних (обернено відбиваючих) маркерів, прикріплених на суглоби спортсмена. Число необхідних камер залежить від природи та складності руху, що вивчається. Звичайно використовується не менше 5 камер для трасування білатерального руху у трьох координатах. Конструкція системи дозволяє розміщувати камери у будь-якій конфігурації, що найкращим чином фіксують об'єкт. Камери обладнані інфрачервоними стробоскопічними джерелами світла. Вони не відволікають уваги досліджуваного та дозволяють використовувати систему у нормальних умовах флюоресцентного освітлення всередині приміщення. До "VICON-370" за допомогою додаткового аналогового блока можуть бути приєднані динамоплатформи, електроміографи та інші аналогові пристрої. Велика кількість рухів

людини успішно вимірюється камерами, котрі працюють зі швидкістю від 50 до 60 кадрів за секунду, що відповідає більшості європейських або американських відеостандартів. Однак для вимірювання високошвидкісних рухів або ударних взаємодій "VICON-370" пропонує використовувати камери з діапазоном швидкостей до 240 кадрів за секунду.

3. Модульні аналізатори рухів "PEAK-3D" та "QUALISYS" (Канада—США—Німеччина) дозволяють виконати безконтактні вимірювання у сагітальній, поперечній та похилій площинах на базі використання трьох професіональних відеокамер та відеокомп'ютерного інтерфейса, що фіксують траєкторії переміщення біологів за допомогою спеціальних світловідбивачів-маркерів, закріплених на суглобах тіла людини (усього 24 канали). Системи "PEAK-3D" та "QUALISYS" працюють у комплексі з тензоплатформами, електроміографами, електрокардіографами, електроенцефалографами, акселерометрами, лічильниками деформації, електрогоніометрами, датчиками тиску. Швидкість зйомки — до 1000 кадрів за секунду.

4. Зчитування координат точок об'єкта, котрий викликав інтерес, здійснюється зі стоп-кадру відеофільму, відтвореного на відеомоніторі, за допомогою аналогового перетворювача типу "миша". У якості моделі опорно-рухового апарату людини використовується розгалужений кінематичний ланцюг, ланки котрого за геометричними характеристиками відповідають великим сегментам тіла людини, а точки відліку координат — основним суглобам (усього 18 точок). Програмне забезпечення комп'ютера-відеоаналізатора дозволяє розраховувати кінематичні



Блок-схема відеокomплексу «KINEX»

### Контрольні питання до контрольної роботи № 1

1. Назвати склад блок-схеми вимірювальної системи.
2. Навести класифікацію інструментальних методів вимірювання кількісних параметрів рухів.
3. Дати характеристику контактних (механоелектричних) методів вимірювання.
4. Дати характеристику безконтактних (оптичних, оптико-електронних) методів вимірювання.
5. Розповісти про теоретичні основи електротензодинамометрії, блок-схему універсального електротензодинамометричного комплексу.
6. Розповісти про універсальні та окремі методи електротензодинамометрії.
7. Назвати умови стійкості тіла людини, види та управління збереженням положення рівноваги.
8. Що таке стабілографія, стабілограма? З чого складається стабілографічний вимірювальний комплекс?
9. Яке має значення і як діє апаратурно-програмний комплекс для реєстрації та аналізу біомеханічних якостей скелетних м'язів людини за методом міотонографії?
10. Що таке електроміографія? З чого складається вимірювальний комплекс?
11. Назвати типи ЕМГ-електродів. Розказати про монополярне та біполярне відведення.
12. Назвати основні напрями використання електроміографії.
13. Назвати види прискорень та особливості застосування акселерометрів.
14. Розповісти про п'єзоелектричний акселерометр.

15. Розповісти про конструкцію та принципи дії трикомпонентного акселерометра.
16. Які є методи реєстрації суглобних переміщень?
17. Яка будова та принцип роботи гоніометричного датчика?
18. Розповісти про схему підключення та тарування електрогоніометричних пристроїв.
19. Як вимірюються кривини хребта за допомогою електрогоніометричних пристроїв?
20. Навести класифікацію безконтактних методів контролю (оптичних та оптико-електронних).
21. Який принцип роботи сучасних цифрових фотоапаратів?
22. Як отримати фотографію, кінограму, стробофотограму?
23. Які переваги швидкісної кінозйомки у вимірюваннях рухів людини?
24. Розповісти про принцип роботи фотоелектронних методів дослідження.
25. Яка різниця у методах — телебачення та відеозапису?
26. Що таке DV-формат у відеозапису? Його переваги.
27. Який принцип дії сучасних відео комп'ютерних систем у вимірюваннях рухів людини?
28. Як отримати відеограму?

### ***Питання з альтернативною відповіддю***

1. Датчик — це реєструючий прилад.  
*Правильно Неправильно*
2. Блок-схема реєструючого комплексу складається з підсилювача та реєстратора.  
*Правильно Неправильно*
3. Є реостатні тензодатчики.  
*Правильно Неправильно*
4. Електротензодинамометрія — метод реєстрації сили при взаємодії людини з опорою.  
*Правильно Неправильно*
5. Стабілограма характеризує стійкість тіла людини.  
*Правильно Неправильно*
6. Жорсткість та демпферність м'язів вимірюються міотонометрами.  
*Правильно Неправильно*
7. В електроміографії використовуються п'єзодатчики.  
*Правильно Неправильно*
8. Для вимірювання прискорень біоланок тіла людини найкраще використовувати три площинні акселерометри.  
*Правильно Неправильно*
9. Гоніометрія — метод реєстрації електричної активності скелетних м'язів.  
*Правильно Неправильно*
10. Кривину хребта можна виміряти механічним гоніометром.

*Правильно*      *Неправильно*

11. В усіх оптичних методах використовується фотографічний процес.

*Правильно*      *Неправильно*

12. Кінограму можна отримати за допомогою фотозйомки.

*Правильно*      *Неправильно*

13. Кінозйомку можна використовувати у режимі "on-line" (реального часу) при вимірюваннях кількісних характеристик руху.

*Правильно*      *Неправильно*

14. Маркер — це спеціальний кристал, що відбиває світло.

*Правильно*      *Неправильно*

15. Відеограма — це модель тіла людини.

*Правильно*      *Неправильно*

16. До складу сучасної відеокомп'ютерної системи входить спеціальна відеокамера, персональний комп'ютер з відеоінтерфейсом, пакет прикладних програм для обробки зображень та побудови відеограм.

*Правильно*      *Неправильно*

17. Тільки за допомогою відеометрії можна вивчати змагальну діяльність спортсмена.

*Правильно*      *Неправильно*

18. У відеометрії можна проводити зйомку зі швидкістю 20 000 кадрів за секунду.

*Правильно*      *Неправильно*

19. Найбільші переваги у вимірюваннях кількісних характеристик рухів тіла людини мають безконтактні методи.

*Правильно*      *Неправильно*

20. Оцифровка зображень виконується за допомогою цифрових реєструючих приладів.

*Правильно*      *Неправильно*

### **Контрольні питання до допільної роботи № 2.**

1. Що таке моменти часу, тривалість руху, темп та ритм руху?
2. Що таке хронограма фізичної вправи?
3. Яка послідовність побудови лінійних та колових хронограм?
4. Яке значення має дослідження часових характеристик руху для вивчення спортивної техніки?
5. Що таке траєкторія, переміщення, шлях?
6. Для чого вивчаються траєкторії руху точок тіла спортсмена?
7. Який рух вважають прямолінійним, криволінійним?
8. Яка методика побудови траєкторій точок за біокінематичною схемою?
9. Як визначити лінійні та кутові переміщення точок?
10. Що таке середня швидкість, миттєва швидкість?
11. Що таке прискорення, чому воно дорівнює?
12. Яка послідовність та хід роботи з визначення лінійних швидкостей точок тіла спортсмена?
13. Як визначити лінійне прискорення точок ?

14. Як визначити горизонтальну та вертикальну складові швидкості та прискорення?
15. Який рух називається обертальним?
16. Що таке кутова швидкість?
17. У яких одиницях вимірюється кутова швидкість?
18. Яка залежність між лінійною та кутовою швидкістю тіла, що обертається?
19. Як визначити кутову швидкість за біокінематичною схемою фізичної вправи?
20. Що таке кутове прискорення?
21. Як визначити доцентрове прискорення, тангенціальне?
22. Чому дорівнює сумарне лінійне прискорення тіла, що обертається?
23. Як вибрати масштаби кінематичних графіків координат, швидкостей та прискорень?
24. Чому необхідна інтерполяція точок на графіках?
25. Які зв'язки між характеристиками швидкості та прискорення ураховуються при інтерполяції точок на графіках?
- 26.

### ***Питання з альтернативною відповіддю***

1. Система відліку відстані — це умовно вибране тверде тіло, по відношенню до котрого визначають положення інших тіл у різні моменти часу.

*Правильно    Неправильно*

2. Одиниця вимірювання відстані у Міжнародній системі одиниць — метр.

*Правильно    Неправильно*

3. Якісні характеристики руху мають точну кількісну міру.

*Правильно    Неправильно*

4. Кінематика рухів людини визначає геометрію (просторову форму) рухів та їх зміну у часі з урахуванням мас та рушійних сил.

*Правильно    Неправильно*

5. Рухоме тіло завжди розглядають як матеріальну точку.

*Правильно    Неправильно*

6. Для опису руху завжди застосовують тільки координатний спосіб відліку відстані.

*Правильно    Неправильно*

7. Масштаб визначає відношення лінійних розмірів на схемі до дійсних.

*Правильно    Неправильно*

8. Тіло людини вивчають як систему тіл, коли важливими є особливості рухів ланок тіла, що впливають на виконання рухової дії.

*Правильно    Неправильно*

9. Координати точки — це просторова міра місцеположення точки відносно системи відліку.

*Правильно    Неправильно*

10. Положення точки на лінії визначає одна координата, на площині — дві, у просторі — три координати.

- Правильно Неправильно*
11. До системи відліку часу входять певний початок та одиниці відліку.  
*Правильно Неправильно*
12. У біомеханіці за початок відліку часу береться момент початку усього руху.  
*Правильно Неправильно*
13. Одиниця відліку часу у Міжнародній системі одиниць — хвилина.  
*Правильно Неправильно*
14. Момент часу ( $t$ ) визначають проміжком часу до нього від початку відліку.  
*Правильно Неправильно*
15. Символ " $\Delta$ " (дельта) означає зміну будь-якої величини.  
*Правильно Неправильно*
16. Безопорна фаза в бігу триває від моменту відриву до контакту ноги з опорою.  
*Правильно Неправильно*
17. Темп руху — величина прямо пропорційна тривалості цього руху.  
*Правильно Неправильно*
18. Ритм визначається за співвідношенням тривалості частин руху:  
 $\Delta t_1: \Delta t_2: \Delta t_3 \dots$   
*Правильно Неправильно*
19. Ритм можна визначити тільки у вправах з циклічною структурою рухів (ходьба, біг, плавання).  
*Правильно Неправильно*
20. Скороченням для секунди у Міжнародній системі одиниць є "с".  
*Правильно Неправильно*
21. Переміщення показує, яким є шлях точки.  
*Правильно Неправильно*
22. Траєкторія — геометричне місце положень рухомої точки у системі відліку, що розглядається.  
*Правильно Неправильно*
23. У криволінійному русі шлях точки дорівнює відстані за траєкторією у напрямку руху від початкового положення до кінцевого.  
*Правильно Неправильно*
24. Одиницею вимірювання переміщення може бути метр.  
*Правильно Неправильно*
25. Кілометр більший за милю.  
*Правильно Неправильно*
26. Один градус дорівнює 57,3 рад.  
*Правильно Неправильно*
27. Радіан — векторна величина.  
*Правильно Неправильно*
28. Поєднання поступального руху з обертальним рухом називається кутовим переміщенням.  
*Правильно Неправильно*



29.Переміщення тіла (кутове) знаходиться за різницею кутових координат умовної лінії відліку.

*Правильно Неправильно*

30.Елементарне кутове переміщення ( $\Delta\omega$ ) — це переміщення тіла з даного кутового положення у положення, що є нескінченно близьким до нього.

*Правильно Неправильно*

31.Швидкість — похідна величина у Міжнародній системі одиниць.

*Правильно Неправильно*

32.Якщо швидкість дорівнює нулю, то це означає, що об'єкт у даний момент є нерухомим.

*Правильно Неправильно*

33.Швидкість визначається як швидкість зміни положення.

*Правильно Неправильно*

34.Напрямок прискорення та швидкості завжди співпадає.

*Правильно Неправильно*

35.Прискорення завжди дорівнює нулю, коли швидкість дорівнює нулю.

*Правильно Неправильно*

36.Скалярна перемінна характеризується як величиною, так і напрямком.

*Правильно Неправильно*

37.Тіло, на котре діє сила, зазнає прискорення.

*Правильно Неправильно*

38.Розмірність  $LT^{-2}$  визначає величину швидкості.

*Правильно Неправильно*

39. У момент, коли графік швидкості — час має мінімум, то прискорення від'ємне.

*Правильно Неправильно*

40.Нульова швидкість може свідчити про зміну напрямку руху.

*Правильно Неправильно*

41.Радіан визначається як відношення двох відстаней.

*Правильно Неправильно*

42. Напрямок вектора лінійної швидкості є перпендикулярним до траєкторії твердого тіла, що обертається.

*Правильно Неправильно*

43. Напрямок руху точки при обертальному русі безперервно змінюється.

*Правильно Неправильно*

44. При повному розгинанні кут між плечем та передпліччям дорівнює приблизно 3,14 рад.

*Правильно Неправильно*

45.М'язова активність може спричинити прискорення кінцівки.

*Правильно Неправильно*

46.Початкова вертикальна швидкість спортивного снаряда під час випуску визначає, як високо зможе піднятися у польоті снаряд.

- Правильно Неправильно*  
47.Вертикальна швидкість снаряда дорівнює нулю на вершині його траєкторії.
- Правильно Неправильно*  
48.Символом "v" позначають швидкість тіла як векторну величину.
- Правильно Неправильно*  
49.Одиниця вимірювання, що має розмірність  $LT^{-1}$ , визначає величину кутової швидкості.
- Правильно Неправильно*  
50.Кутова швидкість є векторна величина.
- Правильно Неправильно*  
51.Зміна нахилу графіка швидкість — час свідчить про зміну прискорення.
- Правильно Неправильно*  
52.Від'ємні значення швидкості вказують на уповільнення руху.
- Правильно Неправильно*  
53.Коли швидкість максимальна, то прискорення у цей момент також є максимальним.
- Правильно Неправильно*  
54.Коли прискорення дорівнює нулю, то швидкість не змінюється.
- Правильно Неправильно*  
55.Від'ємне значення прискорення вказує на те, що напрямок руху тіла змінився на протилежний.
- Правильно Неправильно*  
56.Під час ходьби принаймні одна нога завжди торкається опори.
- Правильно Неправильно*  
57.При збільшенні швидкості (у бігових видах) час опори скорочується.
- Правильно Неправильно*  
58.Якщо темп кроків залишається постійним, то швидкість зростає по мірі подовження кроків.
- Правильно Неправильно*  
59.Траєкторія польоту спортивного снаряда у повітрі є пряма лінія.
- Правильно Неправильно*  
60.Графік швидкість — час дає уявлення про просторову форму руху тіла.
- Правильно Неправильно*

### **Контрольні питання до контрольної роботи № 3.**

1. Від чого залежить ступінь стійкості тіла спортсмена?
2. Що називається площею опори тіла спортсмена?
3. Що таке кут стійкості тіла людини?
4. Що таке радіус стійкості?
5. Як визначити момент стійкості тіла людини?
6. Як визначити перекидний момент, що діє на тіло спортсмена?
7. Що таке коефіцієнт стійкості?
8. Яка послідовність виконання роботи з визначення ступеня стійкості тіла

спортсмена, який перебуває у рівновазі?

### ***Питання з альтернативною відповіддю***

1. Вага окремих ланок тіла залежить від ваги тіла у цілому.

*Правильно      Неправильно*

2. Центр тяжіння твердого тіла є певною фіксованою точкою, що не змінює свого положення відносно тіла.

*Правильно      Неправильно*

3. Загальний центр тяжіння системи тіл може змінювати своє положення, якщо змінюються відстані між окремими масами цієї системи.

*Правильно      Неправильно*

4. У біомеханіці розрізняють центри тяжіння окремих ланок тіла та загальний центр тяжіння усього тіла.

*Правильно      Неправильно*

5. Щоб визначити шляхом розрахунку координати ЗЦТ тіла у будь-якій позі, потрібно знати: 1) положення окремих ланок тіла; 2) вагу окремих ланок тіла та 3) положення ЦТ окремих ланок тіла.

*Правильно      Неправильно*

6. При зміні пози ЗЦТ може знаходитися за межею тіла людини.

*Правильно      Неправильно*

7. У людини, яка стоїть в основній стійці, горизонтальна площина, що проходить через ЗЦТ, знаходиться приблизно на рівні другого крижового хребця.

*Правильно      Неправильно*

8. У положенні лежачи ЗЦТ зміщується в бік голови приблизно на 10 %.

*Правильно      Неправильно*

9. У жінок ЗЦТ тіла розташований у середньому на 1—2 % нижче, ніж у чоловіків.

*Правильно      Неправильно*

10. Модуль рівнодійної двох паралельних та односпрямованих сил дорівнює різниці модулів сил складових.

*Правильно      Неправильно*

11. Загальний центр тяжіння тіла людини — це точка докладання рівно дійної сили тяжіння до землі усіх частин тіла людини.

*Правильно      Неправильно*

12. При розрахунках у біомеханіці вважають, що ЦТ окремих ланок розташований на поздовжніх осях, що з'єднують центри суглобів.

*Правильно      Неправильно*

13. Ступінь стійкості тіла людини залежить від пози.

*Правильно      Неправильно*

14. Вага тіла не впливає на ступінь його стійкості.

*Правильно      Неправильно*

15. При незмінній площі опори стійкість тіла в усіх напрямках однакова.

*Правильно      Неправильно*

16. Збільшення радіуса стійкості у тому чи іншому напрямку викликає

зменшення кута стійкості у цьому напрямку.

*Правильно Неправильно*

17. Момент стійкості можна визначити як добуток ваги тіла на відповідний радіус стійкості.

*Правильно Неправильно*

18. Перекидний момент може бути визначений як добуток сили тяжіння на висоту розташування ЗЦТ тіла людини.

*Правильно Неправильно*

19. Коефіцієнт стійкості визначає поведінку тіла (здатність зберігати рівновагу та втратити її) при дії на нього перекидної сили.

*Правильно Неправильно*

20. Стійкість тіла спортсмена залежить від ступеня рухомості у суглобах та рівня розвитку м'язової сили.

*Правильно Неправильно*

21. При однаковій площі опори людина, яка вища на зріст, більш стійка, ніж людина невеликого зросту.

*Правильно Неправильно*

22. Зміна положення ЗЦТ тіла не впливає на ступінь стійкості тіла, якщо площа опори залишається незмінною.

*Правильно Неправильно*

23. Коли система перебуває у рівновазі, то на неї не діє жодна сила.

*Правильно Неправильно*

#### **Контрольні питання до контрольної роботи № 4.**

1. Як за тензодинамограмою визначити масштаби часу та зусилля?
2. Як за тензограмою опорної реакції розрахувати тривалість фаз у часі та величини реакції опори або її складових?
3. Сформулювати пряму й обернену задачі динаміки.
4. У чому суть методу графічного інтегрування графіка опорної реакції?
5. Які джерела прискорювальної сили при виконанні фізичних вправ?
6. Як визначити за тензограмою стрибка угору з місця прискорювальну силу, вертикальну складову прискорення, швидкості та переміщення ЗЦМ тіла спортсмена?
7. Який взаємозв'язок між динамічними та кінематичними характеристиками руху ЗЦМ стрибуну?
8. Як можна визначити роботу сили?
9. Що таке потенціальна енергія тіла?
10. Як визначити кінетичну енергію тіла при його поступальному та обертальному русі?
11. Як визначити повну механічну енергію тіла?
12. Що таке рекуперація енергії?
13. Які шляхи рекуперації енергії при рухах людини Вам відомі?
14. За якої умови відбувається перетворення кінетичної "енергії швидкості" на потенціальну "енергію положення"?
15. Що таке квазімеханічна робота?

16. Що таке коефіцієнт збереження енергії? Методика його визначення.

17. Яке значення має коефіцієнт рекуперації енергії при оцінці спортивно-технічної майстерності?

***Питання з альтернативною відповіддю***

1. Закон інерції стверджує, що зміна руху — це результат дії сили.

*Правильно    Неправильно*

2. Момент інерції — міра розподілу маси відносно осі.

*Правильно    Неправильно*

3. Момент інерції — векторна величина.

*Правильно    Неправильно*

4. У системі СІ одиниця виміру моменту інерції —  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ .

*Правильно    Неправильно*

5. Чим більший момент інерції тіла, тим легше змінити його рух.

*Правильно    Неправильно*

6. Визначення моменту інерції дозволяє дати кількісну оцінку інертності тіла спортсмена, який виконує обертальний рух.

*Правильно    Неправильно*

7. Робота є векторною величиною.

*Правильно    Неправильно*

8. Одиниця вимірювання роботи —  $\text{Н} \cdot \text{м}$ .

*Правильно    Неправильно*

9. Ізометричний режим роботи м'язів пов'язаний із витратами енергії.

*Правильно    Неправильно*

10. Одиниця вимірювання енергії — Дж.

*Правильно    Неправильно*

11. Визначення потенціальної енергії включає лінійне та кутове переміщення.

*Правильно    Неправильно*

**Лекція 1.**

**Тема. Теоритические основы метрологічного контролю у фізичному вихованні**

**Мета:** Оволодіти знаннями теорії метрологічного контролю у спорті. Усвідомити значення роль метрологічного контролю у фізичному вихованні як наукової дисципліни яка являє собою частину загальної метрології. Предметом спортивно метрології контроль і виміри в спорті. У зміст її, зокрема, входить теорія вимірів і тестування.

**Завдання:** Основною задачею загальної метрології і метрологічного контролю у спорті є забезпечення єдності точнті і точності вимірів у фізичному вихованні.

План

1. Предмет спортивної метрології, та метрологічного контролю у спорті.
2. Поняття про контроль і керування у фізичному вихованні.
3. Тренувальний процес керує мий процес.

Ключові слова: метрон-міра, логос, єдності й точності вимірів, керування

Основні поняття :

Предметом спортивної метрології є контроль і виміри в спорті. У зміст її, зокрема, входить:

- 1) контроль за станом спортсмена, тренувальними навантаженнями, технікою виконання рухів, спортивними результатами й повидінкою спортсмена на змаганнях;
- 2) управління на основі засобів контролю.

Контрольні питання:

1. Предмет і зміст та задачі метрологічного контролю у фізичному вихованні спортивної метрології
2. Методика і засоби контролю і керування в спорті види контролю.
3. Тренувальний процес керує мий процес, прямі та обратні зв'язки.

### *Рекомендована література.*

1. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. / Под ред. В.М.Зациорского.- М.: Физкультура и спорт, 1982.-256 с.
2. Годик М.А. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. – М.: Физкультура и спорт, 1988.-192с.
3. Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК, 1999.- 50 с.
4. Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке /В.А. Запорожанов.- Киев:Здоров'я, 1988.-205с.
5. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В.В.Иванов.-М.: Физкультура и спорт, 1987.-256с.
6. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.
7. Коренберг В.Б. Спортивная метрология: [учебник] / В.Б Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.
8. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.
9. Смирнов Ю.Н., Повельщиков М.М. Спортивная метрология. – М.:

### **Питання №1. Предмет спортивної метрології та метрологічного контролю у спорті.**

Слово "метрологія" у перекладі з давньогрецького означає "наука про виміри" (метрон-міра, логос-слово, наука). Основною задачею загальної метрології є забезпечення єдності й точності вимірів. Спортивна метрологія як наукова дисципліна являє собою частину загальної метрології. Предметом спортивної метрології контроль і виміри в спорті. У зміст її, зокрема, входить:

- 1) контроль за станом спортсмена, тренеровочними навантаженнями, технікою виконання рухів, спортивними результатами й поведінкою спортсмена на змаганнях;
- 2) зіставлення даних, отриманих у кожному із цих напрямків контролю, їхня оцінка й аналіз. Однак у програму навчального курсу по спортивній метрології, що викладається в інститутах фізичної культури, факультетах фізичного виховання включені деякі розділи з інших областей знання (наприклад, основи математической статистики, інструментальні методи і ін. Це зроблено тому, що подібні питання читаються в інститутах фізичної культури в невеликому об'ємі й уводити в них спеціальні предмети в навчальний план було б нераціонально. Таким чином, зміст навчального курсу "Спортивна метрологія" виходить за межі спортивної метрології як наукової дисципліни.

Традиційно метрологія займалася виміром тільки фізичних величин. В останні десятиліття були створені методи, що дозволяють вимірювати різноманітні показники нефізичної природи (психологічні, біологічні, соціологічні, педагогічні й ін.). Однак серед метрологів немає єдиної точки зору про границі своєї науки. Одні фахівці вважають, що метрологія повинна займатися лише питаннями виміру фізичних величин, інші розглядають її як науку про всі види виміру. У дійсному посібнику відбита друга точка зору, оскільки в спортивній практиці недостатньо вимірювати тільки фізичні величини.

### **Питання №2. Поняття про керування**

Задачі цього розділу-познайомити читателя з термінологією, широко використовуваної в науці про керування. Керуванням у науці називається переклад якої або системи в бажаний стан. Розглянемо це определение більш докладно.

Системою називається сукупність яких або елементів, утворююче єдине ціле (серцево-судинна система людини, організм спортсмена, система "учень-тренер", спортивна секція, спортивний клуб, спортивне суспільство й т.д.) Однотипні системи (наприклад, серцево-судинна система різних спортсменів) мають однотипні властивості, що відрізняються, однак, по величині. Величина, що характеризує яку-небудь властивість системи, називається змінною (інші назви характеристика, параметр, показник.) Усяка

реальна система характеризується більшим числом змінних. Але не всі вони однаково важливі. Змінні, які важливі з погляду розглянутої задачі, називаються істотними (або інформативними), а ті, які із цього погляду не важливі, -несуттєвими (або неінформативними).

Стан системи (у цей момент часу) визначається сукупністю значень її істотних змінних.

Його зручно зображувати графічно у вигляді крапки в системі координат. Наприклад, відомо, що для стрибунів у довжину велике значення має максимальна швидкість розбігу й прыгучести (здатність повідомити своє тіло більшу швидкість при відштовхуванні). Крапка, що відбиває на графіку стан системи, називається репрезентативною. Простір, у якому зображуються змінні системи, називається простором станів цієї системи. Щоб стан системи змінилося бажаним образом, на неї треба зробити деякий вплив. Це вплив і називається керуванням. Керована система складається мінімум із двох частин: керованого й керуючого об'єктів:

*прямий зв'язок*

*керуючий об'єкт ---- ---- ---- --правляемый об'єкт  
(керуючий пристрій) < ---- ---- ---- --бъект керування)*

*зворотний зв'язок*

Керований і керуючий об'єкт завжди з'єднані св'язями. Прямий зв'язок, що йде від керуючого об'єкта до об'єкту керування, зворотній зв'язок, що йде від об'єкта керування до керуючого пристрою або органа. Розходження між дійсними значеннями істотних змінних системи й належними називається неузгодженістю. При неузгодженості в керуванні вносять необхідні зміни. Їх називають корекціями. Збір інформації про стан об'єкта керування й порівняння його дійсного стану з належним називається контролем. Єдність законів керування у всіляких системах було вперше помічене Норбертом Вінером (1894-1964) якого вважають батьком кібернетики, і послужило підставою для створення нової науки.

### **Питання №3. Керування в спортивному тренуванні**

Спортивне тренування, так само як і фізичне виховання, можна розглядати як процес керування. Організуємо при аналізі цього питання власне-фізичним вихованням (у вузькому змісті), не зачіпаючи проблем розумового, морального й естетичного виховання.

У кожний момент часу людина перебуває в певному фізичному стані. Фізичний стан визначають як мінімум:

- здоров'я, тобто а) відповідність показників життєдіяльності нормі; б) ступінь стійкості організму до несприятливих зовнішніх впливів;

- статурі;

- стані фізіологічних функцій, зокрема рухової функції, а саме: а) можливості виконувати певне коло рухів; б) рівень рухових (фізичних) якостей.

Те фізичний стан, якого стихійно досягає людина під впливом умов життя, звичайно далеко від бажаного. Поетому фізичним станом людини треба управляти, змінюючи його в потрібному напрямку. Складність керування в



спортивної тренерівки полягає в тім, що ми не можемо безпосередньо управляти зміною спортивних результатів.

Уведемо два нових терміни. Ті зміни в організмі, які настають під час виконання фізичних вправ і відразу після їхнього завершення, називаються терміновим тренерівочним ефектом. Ті зміни в організмі, які відбуваються в результаті підсумовування слідів багатьох тренерівочних занять, називаються кумулятивним тренувальним ефектом.

У такий спосіб у спортивному тренуванні має місце наступна послідовність причин і наслідків:

*дії спортсмена(поводження) ---- --терміновий ефект ---- --кумулятивний ефект.*

Поведення спортсмена, строго говорячи, управляє не тренер, а сам спортсмен. Тренер дає йому вказівки, які він може виконати, а може й не виконати. Допустимо, спортсмен прагнути виконати всі вказівки тренера. Початкова частина схеми керування буде виглядати тоді так:

*тренер ---- --спортсмен ---- --оведення*

Специфіка керування в спортивній тренерівки полягає в тім, що ми намагаємося впливати на самокеровану систему. Реакції цієї системи визначаються її власними законами, нам багато в чому невідомими. Тому, хоча наявність причинних зв'язків у ланцюжку:

*поводження ---- --рочний ефект ---- --кумулятивний ефект.*

Однаковий тренувальне навантаження може викликати різний тренерівочний ефект. Тому актуально питання про зворотні зв'язки

### **Питання для самостійної роботи**

1. Предмет і задачі спортивної метрології.
2. Сутність комплексного контролю.
3. Значення та зміст етапного контролю.
4. Значення та зміст поточного контролю.
5. Значення та зміст оперативного контролю.

## **Лекція 2.**

### **Тема. Основи теорії вимірів**

**Мета:** Спортивна метрологія як наукова дисципліна являє собою частину загальної метрології. Предметом спортивної метрології контроль і виміри в спорті. У зміст її, зокрема, входить:

**Завдання:** Основною задачею загальної метрології є забезпечення єдності й точності вимірів. Шкали вимірів. Єдиниці вимірів.

Ключові слова: метрон-міра, логос, єдності й точності вимірів,

## керування

.Шкали вимірів/ .Единици вимірів.

Основні поняття :

Предметом спортивної метрології контроль і виміри в спорті.У зміст її, зокрема,входить:

1)контроль за станом спортсмена,тренеровочними навантаженнями,технікою виконання рухів,спортивними результатами й поведінням спортсмена на змаганнях;

План:

1.Шкали вимірів:

а)шкала найменувань

б)шкала порядку

в)шкала інтервалів

г)шкала відносин

2.Единици вимірів.

3.Точність вимірів.

4.Абсолютна й відносна погрішності.

Контрольні питання.

1.Шкали вимірів у спорті:

2.Одиници вимірів міжнародна система одониць.

3.Точність вимірів.

4.Абсолютна й відносна погрішності.

Рекомендована література.

1.Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. / Под ред. В.М.Зациорского.- М.: Физкультура и спорт, 1982.-256 с.

2. Годик М.А. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. – М.: Физкультура и спорт, 1988.-192с.

3.Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК,1999.- 50 с.

4.Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке /В.А. Запорожанов.- Киев:Здоров'я,1988.-205с.

5.Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В.В.Иванов.-М.: Физкультура и спорт,1987.-256с.

6. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.

7.Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184 с.

1. Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського.

2. <http://www.fina.org>

3. <http://len..org/>

4. <http://www.df..ua.org/>

### **Питання №1 Шкали вимірів**

Шкала найменувань-це найпростіша із всіх шкал. У ній числа виконують роль ярликів і служать для виявлення й розрізнення досліджуваних об'єктів. Числа складову шкалу найменувань, дозволяється міняти місцями. У цій шкалі немає відносин типу "більше-менше", тому деякі думають, що застосування шкали найменувань можуть проводитися тільки деякі математичні операції. Наприклад, її числа не можна складати або віднімати, але можна підраховувати, скільки разів зустрічається те або інше число.

Шкала порядку-порядкова шкала утвориться, якщо на множині реалізоване одне бінарне відношення — порядок (відносини «не більше» і «менше»). Побудова шкали порядку - процедура більше складна, чим створення шкали найменувань.

На шкалі порядку об'єкт може перебувати між двома іншими, причому якщо  $a > b$ ,  $b > z$ , то  $a > z$  (правило транзитивності відносин).

Класи еквівалентності, виділені за допомогою шкали найменувань, можуть бути впорядковані по деякій підставі. Розрізняють шкалу строгого порядку (стругаючи впорядкованість) і шкалу слабого порядку (слабка впорядкованість). У першому випадку на елементах множини реалізуються відносини «не більше» і «менше», а в другому — «не більше або дорівнює» і «менше або дорівнює».

Шкала порядку зберігає свої властивості при изотонических перетвореннях. Всі функції, які не мають максимуму (монотонні), відповідають цій групі перетворень. Значення величин можна замінити квадратами, логарифмами, нормалізувати й т.д. При таких перетвореннях значень величин, певних по шкалі порядку, місце об'єктів на шкалі не змінюється, тобто не відбувається інверсій.

Ще Стивенс висловлював думку, що результати більшості психологічних вимірів у найкращому разі відповідають лише шкалам порядку.

Шкали порядку широко використовуються в психології пізнавальних процесів, експериментальної психосемантике, соціальної психології: ранжирування, оцінювання, у тому числі педагогічне, дають порядкові шкали. Класичним прикладом використання порядкових шкал є тестування особистісних рис, а також здатностей. Більшість же фахівців в області тестування інтелекту думають, що процедура виміру цієї властивості дозволяє використовувати інтервальную шкалу й навіть шкалу відносин.

Як би те не було, шкала порядку дозволяє ввести лінійну впорядкованість об'єктів на деякій осі ознаки. Тим самим уводиться найважливіше поняття — вимірювана властивість, або лінійна властивість, тоді як шкала найменувань використовує «вырожденный» варіант інтерпретації поняття «властивість»: «крапкове» властивість (властивість є — властивості немає).

Перехідним варіантом шкали порядку можна вважати дихотомічну класифікацію, проведену за принципом «є властивість — немає властивості» (1; 0) при  $1 > 0$ . Дихотомічна розбивка множини дозволяє застосовувати не тільки порядок, але й метрику. Для інтерпретації даних, отриманих за допомогою порядкової шкали, можна використовувати більше широкий спектр статистичних мір (на додаток до тих, які припустимі для шкали найменувань).

Як характеристика центральної тенденції можна використовувати медіану, а як характеристика розкиду — проценти. Для встановлення зв'язку двох вимірів припустима порядкова кореляція (t-кэнделла й r-спирмена).

Числові значення порядкової шкали не можна складати, віднімати, ділити й множити.

Шкала інтервалів-має відмітні властивості, що полягають у наступних можливостях: визначення ознак, властивостей предметів, виявлення розходження в ступені вимірюваних властивостей, опора на умовно певну нульову крапку відліку, довільне визначення величини одиниці виміру (інтервальної величини).

Інтервальна шкала характеризується тим, що інтервали між об'єктами можуть бути обмірювані. При створенні шкал інтервалів основна проблема полягає в тому, щоб винайти такі операції, які дозволили б зрівняти одиниці шкал. У цій шкалі є інтервали з відповідними номерами, і характер відповідей випробуваного фіксується на певній крапці шкали, що виражає його відношення до даного питання.

За допомогою інтервальної шкали вимірів є можливість визначення не тільки ознак властивостей предметів, але й кількісне розходження ступенів властивостей цих предметів. Тут є одиниця виміру або опорні крапки виміру. Тому число, привласнене вимірюваній ознаці, приблизно відповідає кількості вимірюваної властивості. Відповідно до цього всі інтервальні шкали можна підрозділити на рівномірні з опорою на одиниці виміру й нерівномірні з «еталонними» опорними крапками. Всі інтервальні шкали мають нульову крапку, але нульова крапка інтервальної шкали довільна й не вказує на відсутність властивості. Це означає, що оцінювана властивість предметів не пропадає, коли результат виміру дорівнює нулю. Наприклад, нульова крапка температурної шкали Цельсія обрана умовно й дорівнює температурі танення льоду, тоді як вода при нулі градусів Цельсія все-таки має деяку температуру.

На шкалі інтервалів ми маємо рівні відстані між діленнями, вони равноудалены друг від друга. І проте ми не можемо встановити пропорцій (співвідношення) за допомогою значень цієї шкали: температура, рівним 50 градусам, не може бути у два рази тепліше, ніж температура 25 градусів. Якщо предмет А має температуру 25 градусів, а предмет В - 50 градусів, то ми впевнено можемо затверджувати тільки одне: різниця температур тут настільки ж велика, як і між предметом D, що має температуру 75 градусів, і предметом U, що має температуру 100 градусів, тобто різниця температур становить у кожному випадку 25 градусів. Ці міркування обумовлені тим, що

три моменти на шкалі інтервалів встановлюються довільно: нуль шкали (крапка відліку), величина одиниці виміру й напрямок, у якому ведеться підрахунок.

Також довільно встановлюється крапка відліку в ретельно сконструйованих і стандартизованих тестах інтелекту, у яких взагалі не відома абсолютна крапка відліку. Навіть якщо при виконанні тесту інтелекту не буде вирішена жодна задача, ми не можемо затверджувати, що розумовий розвиток випробуваного дорівнює нулю. Шкала інтервалів не дозволяє нам також затверджувати, начебто хтось, чий коефіцієнт інтелекту (IQ) становить 140, у два рази більше розвинений, чим той, чий коефіцієнт дорівнює 70. Ми знаємо лише, що різниця між показниками величини IQ 140 і 70 настільки ж велика, як і між IQ 130 і IQ 60, а саме 70 одиниць IQ.

Хоча шкала інтервалів не дозволяє нам зробити висновок про пропорції між різними значеннями шкали, вона проте називається метричною шкалою, і з її допомогою ми можемо виконувати звичайні алгебраїчні операції типу додавання величин і обчислення середньої арифметичної величини. До чисел, отриманих при інтервальному вимірі, припустима операція вирахування, однак операція додавання, множення й ділення містить у собі елемент невизначеності. Таким чином, шкала інтервалів має значні переваги з погляду техніки виміру в порівнянні з номінальною й порядковою шкалами Шкала відносин-характеризуються можливістю визначення кожного з наступних чотирьох співвідношень: рівність, ранговий порядок, рівність інтервалів і рівність відносин. У свою чергу, рівність відносин може бути встановлено тільки в тому випадку, коли по шкалі може бути знайдена природна (абсолютна) нульова крапка.

Вимір у шкалі відносин істотно відрізняється від інтервального тим, що положення абсолютної нульової крапки відомо, що вказує на повну відсутність вимірюваної властивості. Всі операції, властивим цифрам (додавання, вирахування, множення й ділення), можна робити без яких-небудь обмежень. Відносини чисел, привласнених у вимірі, відбивають кількісні відносини вимірюваної властивості. Тому в умовах шкали відносин можливі твердження, що в А у два, чотири рази більше властивостей, чим в В. Значення абсолютного нуля свідчить про відсутність оцінюваної властивості.

Прикладами виміру в шкалі відносин можуть служити виміру розмірів і ваги предметів, вимір температури по шкалі Кельвіна. Ці відносини можуть бути інтерпретовані як відносини властивостей вимірюваних об'єктів. Числа, привласнені предметам, мають всі властивості об'єктів інтервальної шкали, але, крім цього, на шкалі існує абсолютний нуль.

У педагогіці, психології й інших соціальних науках подібна шкала може використовуватися тільки в тому випадку, якщо виміру підлягають розмір, вага й тому подібні ознаки випробуваних. Вивчаючи психічні ознаки, ми в найкращому разі досягнемо рівня шкали інтервалів

## **Питання №2. Одиниці вимірів**

Одиниця виміру - фізичекая величина певного розміру, прийнята за згодою для кількісного відображення однородных з нею величин.

Система одиниць виміру – сукупність основних і похідних одиниць, що ставляться до деякої системи величин.

Основна одиниця – одиниця основної величини.

Похідна одиниця - одиниця похідної величини.

Внесистемная одиниця – одиниця, що не входить у дану систему одиниць.

Когерентна одиниця - похідна одиниця, пов'язана з іншими одиницями системи рівнянням, у якому числовий коефіцієнт дорівнює одиниці.

Когерентна система одиниць – система одиниць, всі похідні одиниці якої когерентны.

Міжнародна система одиниць SI - когерентна система одиниць, прийнята й рекомендована Генеральною Конференцією по мірах і вагам.

До внесистемным одиниць ставляться відносні одиниці:

відсоток - , промилле - (тисячна частина), процентмилле - ( $= 10^{-3}$ ).

Внесистемные одиниці рівнів називають логарифмічними одиницями: белл - Б; децибелл - дБ; декада - деків; октава - окт; тло.

У випадку рівня (логарифма відносини значень) струму або напруги

У випадку рівня (логарифма відносини значень) потужності

У випадку логарифма відносин частот;

Тло - внесистемная одиниця рівня гучності.

До внесистемным одиниць часу ставляться доба, година, мінута.

Одиниця, що у ціле число раз більше одиниці від якої утворена (системної або внесистемной), називається кратної.

Наприклад, 1 кілометр = 1000 м; 1 мінута = 60 с.

Одиниця, що у ціле число раз менше одиниці від якої утворена (системної або внесистемной), називається дольной одиницею.

Але де б і з якою точністю не проводився вимір, прямо або побічно, воно завжди засновано на порівнянні вимірюваної величини з її конкретною реалізацією, прийнятої за одиницю. І та сама фізична величина, той самий параметр повинні будь-яким приладом виражатися в одній і тій же узаконеній одиниці. На всій земній кулі. Таке вимога нашого часу.

Вибір одиниць фізичних величин – справа непросте. Згадаємо хоча б труднощі, що виникли в змії й мавпи – героїв мультфільму «38 папуг».

Як виміряти довжину удава? Мавпа пропонує: «Половинками всієї довжини». Але удав, зложившись навпіл, не задовольняється відповіддю. Дві половинки, так само як і чотири четвєртинки в наступному експерименті, не дають необхідної інформації про довжину. Зрештою друзі знайшли трохи незалежних від довжини удава одиниць виміру. Довжина змії виявилася рівній довжині тридцяти восьми папуг і одного попугайского крильця, або довжині п'яти мавп, або довжині двох слоненков.

Прийнята в переважній більшості країн миру Міжнародна система одиниць (СИ) - плід багаторічної праці вчених багатьох країн. Метрологія по суті своєї - інтернаціональна наука, що вимагає постійного міжнародного

співробітництва її фахівців - метрологів.

### **Питання №3** Точність вимірів

характеристика виміру, що відбиває ступінь близькості його результатів до щирого значення вимірюваної величини. Чим менше результат виміру відхиляється від щирого значення величини, тобто чим менше його погрішність, тим вище  $T. i.$ , незалежно від того, чи є погрішність систематичної, випадкової або містить ту й іншу складові (див. Погрішності вимірів). Іноді як кількісна оцінка  $T. i.$  указують погрішність, однак погрішність є поняттям, протилежним точності, і логічніше як оцінка  $T. i.$  указувати зворотню величину відносної погрішності (без обліку її знака); наприклад, якщо відносна погрішність дорівнює  $\pm 10\text{—}5$ , то точність дорівнює 105.

### **Питання №4** Абсолютна й відносна погрішності

Абсолютна погрішність-знайдемо за графіком функції  $y = x^2$  її наближене значення при  $x = 1.5$

якщо  $x = 1.5$ , то  $y ? 2.3$

По формулі  $y = x^2$  можна знайти точне значення цієї функції:

якщо  $x = 1.5$ , то  $y = 1.5^2 = 2.25$

Наближене значення відрізняється від точного на 0.05, тому що  $2.3 - 2.25 = 0.05$ .

Щоб довідатися, на скільки наближених значень відрізняється від точного, треба з більшого числа відняти менше. Інакше кажучи, треба знайти модуль різниці точного й наближеного значень. Цей модуль різниці називають абсолютною погрішністю.

Визначення: Абсолютною погрішністю наближеного значення називається модуль різниці точного й наближеного значень.

Якщо  $x ? a$  і абсолютна погрішність цього цього наближеного значення не перевершує деякого числа  $h$ , те числа  $a$  називають наближеним значенням  $x$  з точністю до  $h$ .

Точність наближеного значення залежить від багатьох причин. Зокрема, якщо наближене значення отримане в процесі виміру, то точність залежить від приладу, за допомогою якого виконувався вимір.

Відносна погрішність-при вимірі (у сантиметрах) товщини  $b$  скла й довжини  $l$  книжкової полиці одержали результати:

$b ? 0.4$  з точністю до 0.1  $l ? 100.0$  з точністю до 0.1

Абсолютна погрішність кожного із цих вимірів не перевершує 0.1. Однак 0.1 становить істотну частину числа 0.4 і незначну частину числа 100. Це показує, що якість другого виміру набагато вище, ніж першого. Для оцінки якості вимірів використовується відносна погрішність наближеного значення.

Визначення: відносною погрішністю наближеного значення називається відношення абсолютної погрішності до модуля наближеного значення.

### **Питання для самостійної роботи**

1. Одиниці вимірювання фізичних величин.

2. Загальна характеристика міжнародної системи одиниць SI.
3. Шкали вимірювання та їх загальна характеристика.
4. В чому полягає сутність спортивної метрології як педагогічного явища?
5. Що називають вимірюванням? Визначте елементи процесу вимірювання та охарактеризуйте фактори, які впливають на їх точність?
6. Класифікуйте види вимірювань та охарактеризуйте їх.
7. Що таке абсолютна та відносна похибка вимірювання? В чому полягає сутність їх використання?
8. Що називають фізичною величиною? Чим різняться основні та похідні величини?
9. Які системи одиниць фізичних величин ви знаєте?
10. Що таке шкала вимірювань? Які види їх бувають?

### Лекція 3.

#### Тема. Статистичні методи обробки результатів вимірів

**Мета:** за допомогою загальноприйнятих методів математичної статистики навчитися розраховувати основні характеристики варіаційного ряду, порівнювати вибірки та визначати взаємозалежність між двома групами показниками.

**Завдання:** Основною задачею дати теоретичні знання математичної обробки статистичного матеріалу.

Ключові слова: математична система, характеристики варіаційних рядків, середня, дисперсія, медіана, мода.

.Шкали вимірів/ .Единици вимірів.

Основні поняття :

Предметом спортивної метрології контроль і виміри в спорті.У зміст її, зокрема,входить:

- 1)контроль за станом спортсмена,тренеровочними навантаженнями,технікою виконання рухів,спортивними результатами й поведением спортсмена на змаганнях;
- 2)математична обробка матеріалу.

План:

- 1.Одномірні ряди результатів вимірів.
- 2.Основні статистичні характеристики ряду вимірів.
- 3.Крива нормального розподілу.
- 4.Математична обробка результатів прямих вимірів.

Контрольні питання.

1. Особливості приведення одиниць вимірів у математичну систему.
2. Характеристики що характеризують варіаційний ряд.



### 3. Особливості обробки матеріалів виміру їх інтерпритація.

#### **Рекомендована література**

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. – М.: Знание, 1978. – 247 с.
2. Гласе Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.
3. Зациорский В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: ФиС, 1969.
4. Иванов А.А. Основы математической статистики. – М., 1991. – 237 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.
7. Смирнов Ю.И. Спортивная наука и стандарты // Теория и практика физ. культуры. – 1977. – № 11. – С. 38– 48.
8. Сугула В.А. Лабораторный практикум по спортивной метрологии. – Х.: Основа, 1994.
11. Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського.
12. <http://www.fina.org>
13. <http://len..org/>
12. <http://www.df.ua.org/>

#### **Питання №1** Одномірні ряди результатів вимірів

У процесі спостереження або виміру якого-небудь показника одержують ряд чисел. Чисельні результати підрозділяють на дискретні (від англ. discrete-перериваний)-і не переривані. До дискретного відносять число підтягувань на поперечині, число спроб, результати, що виражаються цілим числом; до безперервних-час проходження дистанції, час реакції, швидкість руху, результати, які можуть виражатися дробовим числом, зокрема нескінченним дробом.

Будемо вважати що  $x_1$ -результат виміру досліджуваного показника в 1-го спортсмена,  $x_2$ -в 2-го спортсмена й т.д. Усього спортсменів - $n$ . Такий ряд результатів вимірів, представлений випадковими числами, називається вибірковою сукупністю або вибіркою. Сукупність всіх значень, які можна було б одержати для вивчення вибірки, називається генеральною сукупністю. Наприклад, довжина тіла студентів одного інституту фізичної культури- вибіркова сукупність, а довжина тіла студентів всіх інститутів фізичної культури Сср-Генеральна; у той же час довжина тіла студентів Сср-Вибірка стосовно генеральної сукупності- всім студентам земної кулі.

Генеральну сукупність подумки можна представити так: це все об'єкти спостереження (спортсмени, наприклад), які мають ті ж властивості, що й об'єкти вибірки. Одне із центральних питань статистики- як узагальнити результати, получені на вибірці, для всієї генеральної сукупності? Припустимо, що дослідник проводив експерименти на групі легкоатлетів III розряду й знайшов, що один з методів тренування

краще, чем другие. Чи можна поширити його дані на всіх важкоатлетів III розряду або ж зроблені їм висновки справедливі тільки для тої групи спортсменів, на якій проводився експеримент? Якщо дослідження охоплена вся генеральна сукупність, воно називається суцільним. Такі дослідження порівняно рідкі. Наприклад, якщо кому-небудь удалося обстежити всіх найсильніших спортсменів миру в якому-небудь виді спорту, тобто провести суцільне обстеження (тому що інших найсильніших спортсменів у цей час немає), значить обстежена вся генеральна сукупність. Всі інші дослідження називаються вибірковими. Однієї з основних характеристик вибірки є її об'єм- $n$ , що определяється числом об'єктів спостереження, наприклад спортсменів, у даному дослідженні.

Ранжирування-Називають розміщення результатів вимірів у порядку зростання або убутання. Вибірки великого об'єма розбивають на інтервали. Основні графіки варіаційного ряду:

1. полігон розподілення;
2. Гистограма розподілу;
3. Кумулята.

**Питання №2** Основні статистичні характеристики ряду вимірів.

Розглядаючи основні статистичні характеристики ряду, оцінюють центральну тенденцію вибірки й коливальність, або варіацію. Центральну тенденцію вибірки дозволяють оцінити такі статистичні характеристики, як середнє арифметичне значення, мода, медіана. Середня величина характеризує групові властивості, є центром розподілу, займає центральне положення в загальній масі значень, що варіюють, ознаки.

^ Середнє арифметичне значення для неупорядкованого ряду вимірів обчислюють шляхом підсумовування всіх вимірів і ділення суми на число вимірів по формулі:

$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ , де  $\sum x_i$  - сума всіх значень  $x_i$ ,  $n$  - загальне число вимірів.

Моду (Mo) називають результат вибірки або сукупності, що найбільше часто зустрічається в цій вибірці. Для інтервального варіаційного ряду модальний інтервал вибирається по найбільшій частоті. Наприклад, у ряді із цифр: 2, 3, 4, 4, 4, 5, 6, 6, 7 модою є 4, тому що зустрічається частіше інших чисел.

У випадку, коли всі значення в групі зустрічаються однаково часто, прийнято вважати, що група не має моди. Коли два сусідніх значення мають однакоvu частоту й вони більше частоти будь-якого іншого значення, мода є середнє цих двох значень. Наприклад, у ряді із цифр: 2, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 7 модою є 4 і 5. Якщо два несуміжних значення в групі мають рівні частоти й вони більше частот будь-якого значення, то існують дві моди. Наприклад, у ряді із цифр: 2, 3, 3, 4, 5, 5, 6, 7 модами є 3 і 5.

Медіана (Me) - результат виміру, що перебуває в середині ранжируваного ряду. Медіана ділить упорядковану множину навпіл так, що одна половина значень виявляється більше медіани, а інша - менше. Якщо ряд чисел містить непарну кількість значень, то медіаною є середнє значення. Наприклад, у ряді чисел: 6, 9, 11, 19, 31 медіана - число 11.

Якщо дані містять парна кількість вимірів, то медіаною є число, що становить середнє між двома центральними значеннями. Наприклад, у ряді чисел: 6, 9, 11, 19, 31, 48 медіана дорівнює  $(11 + 19) : 2 = 15$ .

Моду й медіану використовують для оцінки середнього при вимірі в шкалах порядку (а моду також і в номінальних шкалах).

До характеристик варіації, або коливальності, результатів вимірів відносять розмах, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації й ін.

Всі середні характеристики дають загальну характеристику ряду результатів вимірів. На практиці нас часто цікавить, як сильно кожний результат відхиляється від середнього значення. Однак легко можна представити, що дві групи результатів вимірів мають однакові середні, але різні значення вимірів. Наприклад, для ряду 3, 6, 3 середнє значення = 4, для ряду 5, 2, 5 також середнє значення = 4, незважаючи на істотне розходження цих рядів.

Тому середні характеристики завжди необхідно доповнювати показниками варіації, або коливальності. Найпростішою характеристикою варіації є розмах варіювання, обумовлений як різниця між найбільшим і найменшим результатами вимірів. Однак він уловлює тільки крайні відхилення, але не відбиває відхилень всіх результатів.

Щоб дати узагальнюючу характеристику, можна обчислити відхилення від середнього результату. ^ Середнє квадратичне відхилення обчислюється по формулі:

$\sigma = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}$ , де  $X$  - найбільший показник,  $\bar{X}$  - найменший показник,  $n$  - табличний коефіцієнт (додаток 4).

Середнє квадратичне відхилення (воно називається також стандартним відхиленням) має ті ж одиниці виміру, що й результати виміру. Однак для порівняння коливальності двох і більше сукупностей, що мають різні одиниці виміру, ця характеристика не придатна. Для цього використовується коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації визначається як відношення середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного, виражене у відсотках. Обчислюється він по формулі:

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

Коліблемість результатів вимірів залежно від величини коефіцієнта варіації вважають невеликий (0-10 %), середньої (11-20 %) і великий (>20 %).

Коефіцієнт варіації має важливе значення, тому що будучи величиною відносною (виміряється у відсотках), дозволяє порівнювати між собою коліблемість результатів вимірів, що мають різні одиниці виміру. Коефіцієнт варіації можна використовувати лише в тому випадку, якщо виміри виконані в шкалі відносин.

Ще один показник розсіювання - стандартна (середня квадратична) помилка середньої арифметичної. Цей показник (звичайно він позначається символами  $m$  або  $S$ ) характеризує коліблемість середньої.

Стандартна помилка середньої арифметичної обчислюється по формулі:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
, де  $\sigma$  — стандартне відхилення результатів виміру,  $n$  — об'єм вибірки.

### **Питання №3** Крива нормального розподілу

Перш ніж говорити про конкретні методи збору й аналізу кількісних даних, необхідно розглянути основні принципи, що лежать в основі кількісного підходу в цілому. До них ставиться: а) використання властивостей нормального розподілу (або ж інших розподілів); б) використання особливостей розподілу вибіркового статистик; в) облік випадкових помилок, що виникають у будь-якому вибіркового дослідженні.

Крива нормального розподілу (далі - КНР) - це теоретична модель, що представляє собою абсолютно симетричний і гладкий розподіл частот. Вона має форму дзвона й одну вершину, а її кінці йдуть у нескінченність в обох напрямках. Найголовнішою властивістю КНР є те, що відстань по абсцисі розподілу (горизонтальна вісь), обмірювана в одиницях стандартного відхилення від середнього арифметичного розподілу, завжди дає однакову загальну площу під кривою: між  $\pm 1$  стандартним відхиленням перебуває 68,26% площі, між  $\pm 2$  стандартними відхиленнями – 95,44% площі, між  $\pm 3$  стандартними відхиленнями – 99,72% площі. Незважаючи на те, що жодне з емпіричних розподілів не має форми, яка б точно відповідала цієї ідеальної моделі, багато хто з них досить близькі до неї, що дозволяє зробити припущення про їхню нормальність. У свою чергу, це припущення дозволяє використовувати КНР і її властивості для того, щоб проаналізувати відповідні емпіричні розподіли. Вище наведене емпіричний розподіл для такої психологічної характеристики як тривожність серед респондентів ( $n = 1725$ ), що відображають населення України (опитування було проведено в 2008 році). На графіку зображені як емпіричний розподіл або фактично отримані відповіді (стовпці від 20 до 80, де менші значення відповідають меншій тривожності, а більші - більшої), так і ідеальна модель нормального розподілу (колоколоподібная крива).

Як видно з наведеного графіка емпіричний розподіл не збігається на 100% з ідеальною моделлю КНР. Проте, емпіричний розподіл досить близько до нормального, що дозволяє використовувати властивості останнього. Так, знаючи, що середнє значення для тривожності респондентів приблизно дорівнює 45, а стандартне відхилення - 9, можна зробити висновок, що 68,26% усього населення України має соціальне самопочуття від 36 до 54 пунктів. Через помилки виміру ця інформація носить приблизних характер, але однаково досить близька до щирих величин.

### **Питання №4** Математична обробка результатів прямих вимірів

Ваги вимірів. Неравноточними називають виміру, виконані приладами різної точності, різним числом прийомів, у різних умовах.

При неравноточних вимірах точність кожного результату вимірів характеризується своєю середньоквадратической погрішністю. Поряд із середньої квадратической погрішністю при обробці неравноточных вимірів користуються відносною характеристикою точності - вагою виміру. Вага і-го виміру обчислюють по формулі

$$P_i = \frac{c}{m_i^2}$$

де  $z$  - довільним постійним, призначуваним обчислювачем,  $m_i$  - середня квадратическая погрішність  $i$ -го виміру.

Так, маючи ряд результатів вимірів  $l_1, l_2, \dots, l_n$ , із середніми квадратическими погрішностями  $m_1, m_2, \dots, m_n$ , визначають їхньої ваги:

$$p_1 = c / m_1^2, p_2 = c / m_2^2, \dots, p_n = c / m_n^2.$$

Часто постійну  $c$  для зручності подальших обчислень призначають так, щоб ваги  $p_i$  виявилися цілими числами.

Розглянемо зміст довільної постійної  $c$ . Припустимо, що в результаті фіксування значення  $z$  вагою  $j$ -го виміру став дорівнює 1, тобто  $p_j = c / m_j^2 = 1$ . Звідси знаходимо  $c = m_j^2$ . Отже, постійна  $c$  є квадрат середньої квадратической погрішності  $m_j^2$  такі виміри, вага якого прийнятий за одиницю ( $z = m_j^2$ ).

Тепер (5.9) можемо записати так

$$p_i = \frac{\mu^2}{m_i^2}$$

Коротко  $m$  називають середньою квадратической погрішністю одиниці ваги.

Вага арифметичної середини. Розглянемо вагу арифметичної середини рівноточных вимірів. Прийmemo у формулі

$$M = \mu / \sqrt{n}$$

за одиницю вага одного виміру, тобто  $m = m_i$  запишемо. Тоді згідно (5.10) вага

$$P \text{ арифметичної середини } L \text{ буде дорівнює } P = \frac{\mu^2}{M^2} = n. \quad (5.11)$$

Висновок. Якщо за одиницю ваги прийнята вага одного виміру, то згідно (5.11) вага арифметичної середини дорівнює числу вимірів.

Наслідок. Якщо результат  $l$  виміру має вага  $p$ , то можемо вважати, що  $l$  є середнім арифметичним з  $p$  вимірів з вагою 1.

Загальна арифметична середина результатів неравноточных вимірів. Нехай маємо результати багаторазових неравноточных вимірів однієї величини:  $l_1, l_2, \dots, l_n$ , виконаних з вагами  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .

Представимо кожний з результатів  $l_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) як середнє з  $p_i$  результатів з вагою 1. Одержимо такий ряд результатів рівноточных вимірів:

$l_1$  - результат  $p_1$  вимірів з вагою 1,

$l_2$  - результат  $p_2$  вимірів з вагою 1,

$l_n$  - результат  $p_n$  вимірів з вагою 1,

де загальне число вимірів з вагою 1 дорівнює  $p_1 + p_2 + \dots + p_n$ .

Нами складений ряд результатів рівноточных вимірів, що дозволяє знайти остаточне значення вимірюваної величини як середнє арифметичне із всіх результатів вимірів

$$L_0 = \frac{p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{[pl]}{[p]}$$

Значення, що обчислюється по формулі (5.12), називають загальною арифметичною серединою або вагарням середнім.

Оцінки точності результатів неравноточных вимірів. Приведемо без висновку формули характеристик точності, використовуваних при обробці прямих

неравноточных вимірів.

Средняя квадратическая погрешность  $m$  виміри, що має вагу, дорівнює одиниці:

$$\mu = \sqrt{\frac{[p\Delta^2]}{n}}$$

- формула Гаусса:

де  $v_i$  - виправлення до результатів вимірів:

$$v_1 = L_0 - l_1; v_2 = L_0 - l_2; v_n = L_0 - l_n$$

Средняя квадратическая погрешность загальної арифметичної середини

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}$$

Обробка результатів неравноточных вимірів. Математична обробка ряду результатів прямих неравноточных вимірів однієї величини виконується в наступній послідовності.

1. Обчислення вагового середнього (загальної арифметичної середини)

$$L_0 = \frac{[pl]}{[p]}$$

2. Обчислення виправлень до результатів вимірів:

$$v_i = L_0 - l_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \dots$$

Контролем правильності обчислень служить рівність

$$[pv] \approx 0$$

3. Обчислення середньої квадратической погрешності одного виміру по відхиленнях від арифметичної середини, використовуючи формулу Бесселя для неравноточных вимірів:

$$\mu = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-1}}$$

4. Обчислення середньої квадратической погрешності вагового середнього

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}$$

Питання для самостійної роботи

Прямі та непрямі випробування.

1. Систематичні похибки вимірювань. Шляхи їх оцінки та усунення.
2. Стохастичні похибки вимірювань. Шляхи їх оцінки та мінімізації.
3. Інструментальні похибки вимірювань. Шляхи їх оцінки та мінімізації.
4. Визначення тесту. Основне призначення тестів.

**Лекція № 4.**

**Тема. Теорія тестів та взаємозв'язок результатів вимірів**

**Мета:** Спортивна метрологія як наукова дисципліна являє собою

частина загальної метрології. Предметом спортивної метрології контроль і виміри в спорті. У зміст її, зокрема, входить:

**Завдання:** визначати взаємозв'язок результатів вимірів за допомогою коефіцієнта взаємозв'язку. .

Ключові слова: коефіцієнт кореляції.

Основні поняття :

Предметом спортивної метрології контроль і виміри в спорті. У зміст її, зокрема, входить:

1) контроль за показниками взаємозв'язку тіснота зв'язку, функційний зв'язок;

План:

1. Види тестів та їх характеристика.
2. Критеріальні вимоги до тестів: інформативність, надійність, стабільність, узгодженість, еквівалентність, стандартність, придатність тестів.
3. Методика визначення надійності тестів.
4. Функціональний і статистичний взаємозв'язки;
5. Кореляційне поле;
6. Оцінка тісноти взаємозв'язку.

Контрольні питання.

1. Що таке тести їх призначення.
2. Критерії вимогів до тестів.
3. Визначення надійності тестів.
4. Кореляційний зв'язок

### ***Рекомендована література***

1. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. / Под ред. В.М.Зациорского.- М.: Физкультура и спорт, 1982.-256 с.
2. Годик М.А. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. – М.: Физкультура и спорт, 1988.-192с.
3. Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК, 1999.- 50 с.
4. Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке /В.А. Запорожанов.- Киев:Здоров'я, 1988.-205с.
5. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В.В.Иванов.-М.: Физкультура и спорт, 1987.-256с.
6. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.

7. Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184 с.

14. Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського.

15. <http://www.fina.org>

16. <http://len..org/>

17. <http://www.df.ua.org/>

**Питання 1.** Види тестів та їх характеристика.

**Тест** (від англ. *test* – спроба, випробування) – це завдання стандартної форми, за яким проводиться випробування для визначення актуальних або потенціальних властивостей, здібностей людини.

**Основні поняття і вимоги до тестів:**

- визначена мета проведення тесту;
  - достатня інформативність та висока надійність;
  - значна стандартність, що дозволяє порівнювати результати тестування різних людей;
  - наявність системи оцінки результатів тестів;
  - відповідна придатність – визначеність тесту контингенту тестованих, наявність певних умов, сучасних вимог до засобів та методів вимірювань.
- Тести, в основі яких покладене виконання рухового завдання, називаються **руховими або моторними**. Тести, які дозволяють визначити психологічні особливості людини, називають **психологічними**, а рухову діяльність, пов'язану з певним психологічним розвитком, – **психомоторними**.

Тести, які визначають певну функціональну діяльність систем та органів людини, називають **фізіологічними**.

Процедуру виконання тесту називають **тестуванням**. Ефективне застосування тестування залежить від різних факторів:

- рівня теоретичної розробки тестового комплексу;
- ступеня практичного оволодіння методикою проведення тестів вчителями фізичної культури або тренерами з видів спорту;
- наявності матеріальної бази і відповідного обладнання для проведення тестів.

На сьогодні відсутня єдина класифікація рухових тестів, оскільки окремий тест не може дати повної характеристики певної рухової якості. Він, як

правило, дає характеристику декільком взаємообумовленим ознакам, хоч і призначений визначити переважний розвиток однієї з них.

Залежно від переважного визначення окремих факторів тести **для спортсменів** можна класифікувати наступним чином:

- тести для вивчення ступеня розвитку рухових здібностей;
- тести для визначення технічної і тактичної підготовленості;
- тести для вимірювання рухової працездатності;
- тести для визначення психічних і вольових якостей;



- тести для визначення функціональних показників;
- антропометричні вимірювання для визначення залежності між будовою тіла і спортивними результатами.

Виділяють **гомогенні тести**, результати застосування якого суттєво залежать лише від одного фактору, та **гетерогенний тест**, результати його застосування суттєво залежать від 2 і

більше факторів. Тести, результати яких залежать від двох і більше чинників, називаються **гетерогенними**. Таких тестів значна більшість на відміну від **гомогенних** тестів, результат яких залежить переважно від одного чинника.

За другим варіантом поділу розрізняють **діагностичний тест**, результати якого дозволяють визначити оперативний стан об'єкту, не враховуючи прогнозування його розвитку, та **прогностичний тест**, за даними

якого можна будувати прогноз розвитку об'єкта тестування.

Третій варіант поділу містить п'ять складових. До **моторних тестів** відносять:

- **екстремальні тести**, застосування яких вимагає граничних зусиль, роботи “до відмови”;

- **нормативні тести**, якими перевіряється лише здатність випробуваного показати нормативний результат;

- **порогові тести**, які дозволяють сенсорно визначити або під час виконання руху позначити мінімальні параметри рухової активності, що розрізняє випробуваний;

- **кваліметричні тести**, що не пов'язані з дійсним вимірюванням, їх застосуванням визначають якісні характеристики, представляючи їх у формі кількісних показників за допомогою кваліметричних процедур

До наступної групи належать **моторно-біологічні тести**, які представлені трьома складовими:

- **екстремальні тести** засновані на визначенні біологічних зрушень відносно індивідуальної норми у відносному спокої, що є наслідком деякого граничного навантаження або повного спокою;

- **стандартні тести** передбачають виконання випробуванним суворо визначеного моторного навантаження з фіксуванням фізіологічних або біохімічних зрушень;

- **пороговими тестами** визначається порогові значення моторних проявів, що викликають мінімальні біологічні зрушення.

**Біологічні тести**, за класифікаційним розподілом Коренберга В.Б., представлені чотирма групами:

- **анатомічні тести** розглядаються як способи визначення параметрів тіла людини та його складу;

- за допомогою **фізіологічних тестів** визначають індивідуальні рівні та особливості функціонування органів, систем та тканин тіла, загальну працездатність та коливання його функціонального стану;

- **біохімічні тести** дозволяють визначити значення біохімічних

характеристик організму, що вказують на його стан;

– **електричні тести** призначені для визначення електричних потенціалів скелетних м'язів, серця, мозку, судин, рефлексогенних точок, а також для вимірювання електричного опору різних сегментів тіла.

**Моторно-психологічні тести**, як і моторно-біологічні, представлені трьома видами:

– **екстремальні тести** визначають психологічні зрушення у відповідь на екстремальну (гранично високу або гранично низьку) рухову активність;

– при виконанні **стандартних тестів** фіксуються психологічні зрушення у відповідь на стандартне навантаження;

– **пороговими тестами** визначаються мінімальні рухові прояви, що викликають зміни психологічних показників.

Класифікаційно **психологічні тести** розділені на сім груп:

– **коректурні тести** відносять до табличних, коли в запропонованому тексті або системі символів робляться відповідні поправки;

– **ейдетичні тести** засновані на виникненні та відображенні образів, які побічно характеризують стан, мотивацію або певні установки випробуваного;

– виконання **задачних тестів** передбачає вирішення задачі у встановлений час;

– **опитувальні тести** складають із питань, на які необхідно давати оцінювані відповіді;

– **соціометричні тести** визначають “психологічний клімат” у групі позиції її членів та зв'язки між ними;

– **треморометричними тестами** визначають стан людини за частотою та амплітудою тремору, частіше кінцівок під час опорних реакцій при збереженні стійкості тіла;

– **реакціометричні тести** застосовують для визначення швидкості простих та складних реакцій на різного роду подразники.

Як було зазначено вище, кожний тест має відповідати встановленим метрологічним вимогам. На рисунку представлені критеріальні характеристики тестів.

**Питання 2.** Критерії вимоги до тестів.

**Інформативність тесту** (лат. *informatio* – пояснення, виклад) – це об'єктивна міра відображення рівня розвитку цікавого для нас явища (рухової

здібності, рівня технічної підготовленості, біомеханічної характеристики, тощо)

у результаті застосування контрольної вправи. Інформативність інколи називають терміном “валідність” (від англ. *validity* – обґрунтованість, дієвість).

Отже, **валідність** тесту можна розглядати як узагальнену міру достовірності усього процесу тестування. Наприклад, тест РВС<sub>170</sub> є інформативним при оцінці підготовленості стаєрів і значно менш інформативний у швидкісно-

силових видах спорту.

Інформативність показує, чи дійсно цей тест вимірює те, що потрібно виміряти, а не те, що може бути супутнім вимірюваному. Інформативність тесту визначається за математичною залежністю між тестом і порівнювальним

критерієм, а саме за допомогою коефіцієнта кореляції ( $r$ ). Математичне значення кореляції виражається її коефіцієнтом від -1 (максимальний від'ємний

зв'язок) до +1 (максимальний позитивний зв'язок). Кількісну міру зв'язку прийнято розрізняти за рівнями:

–  $r$  до 0,3 – слабкий взаємозв'язок;

–  $r=0,31-0,69$  – середній;

–  $r=0,7-0,99$  – сильний.

**Питання 3** Методика визначення надійності тестів.

*Існує два методи визначення інформативності: логічний (змістовний) та емпіричний.*

*Логічний метод визначення інформативності тестів* полягає у логічному (якісному) зіставленні біомеханічних, фізіологічних, психологічних

та інших характеристик критерію і тестів.

В циклічних видах спорту логічна інформативність може бути перевірена експериментально. Найчастіше логічний метод визначення інформативності використовується у 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 за наявності одиничного вимірюваного критерію*** полягає в тому, що використання логічного аналізу для попередньої оцінки інформативності тестів

дозволяє відсіяти явно неінформативні тести, структура яких мало відповідає структурі основної діяльності спортсменів або фізкультурників. Решта тестів, змістовна інформативність яких визнана високою, повинна пройти додаткову емпіричну перевірку. Для цього результати тесту зіставляють із відповідними критеріями. У ролі останнього в більшості випадків використовують:

– результат у змагальній вправі;

– найбільш значущі елементи змагальних вправ;

– результати тестів, інформативність яких для спортсменів цієї кваліфікації була встановлена раніше;

– суму очок, набрану спортсменом при виконанні комплексу тестів;

– кваліфікацію спортсменів.

***Надійністю тестів*** називають ступінь співпадання результатів при

повторному тестування одних і тих самих осіб в однакових умовах. Це означає,

що повторне тестування теоретично має давати ідентичні результати при:

– багаторазовому тестуванні одним і тим самим вчителем (тренером) одних і тих самих учнів;

– проведенні тестування різними вчителями в одній і тій самій групі.

### **Шляхи підвищення надійності тестів:**

– забезпечення чіткої стандартизації тестування;

– збільшення кількості спроб;

– збільшення числа осіб, які проводять тестування;

– збільшення кількості еквівалентних тестів;

– забезпечення мотивації спортсмена на максимальний результат при тестуванні. Ступінь надійності (відтворюваності) тесту перевіряється у тих випадках, коли результати тестування можна виразити у певних одиницях вимірювання. **Є два способи встановлення надійності тестів.** Перший спосіб полягає в порівнянні середніх помилок середніх арифметичних величин, отриманих декількома вчителями (тренерами) для однієї групи (класу) учнів або одним дослідником – для декількох аналогічних груп. Якщо коливання двох або більше середніх арифметичних величин мають зони співпадання, то ступінь надійності тесту вважається достатнім. Другий спосіб передбачає визначення надійності тесту за допомогою коефіцієнта кореляції.

Розраховується **коефіцієнт надійності** ( $r_{tt}$ ) за допомогою так званого внутрішньокласового коефіцієнта кореляції між двома рядами результатів, отриманих під час першого та другого тестування групи осіб.

–  $r_{tt}=0,95$  – відмінна надійність;

–  $r_{tt}=0,9-0,94$  – добра;

–  $r_{tt}=0,8-0,89$  – припустима;

–  $r_{tt}=0,7-0,79$  – погана;

–  $r_{tt}=0,6-0,69$  – використання тесту для індивідуальних оцінок сумнівне, він придатний лише для характеристики рухових здібностей групи осіб.

На практиці розглядають три різновиди надійності тестів: **стабільність, узгодженість та еквівалентність.**

Під **стабільністю тесту** розуміють ступінь співпадання результатів тестування, що проведені його в різний час. Повторне тестування звичайно називають **ретестом**. Висока стабільність тесту свідчить про збереження набутих в результаті тренувань показників техніко-тактичної майстерності, рухових, психічних якостей тощо. В ідеалі один і той же тест, застосований до тих самих спортсменів в однакових умовах, повинен давати однакові результати. Проте результати тестування змінюються від спроби до спроби навіть при чіткій стандартизації і при використанні точної апаратури.

**Узгодженість тесту** – це надійність оцінки результатів тестування незалежно від особистих якостей, різних людей, які його проводять. При співпаданні результатів тестування, отриманих у групі одних і тих самих спортсменів різними тренерами, говорить про високий ступінь узгодженості

тесту, відсутність якої може залежати від суб'єктивних факторів осіб, які проводять тестування:

- різних психофізіологічних особливостей експерта;
- неоднакової вимогливості під час тестування до спортсменів – деякі тренери успішно застосовують моральні засоби заохочення, викликають інтерес, краще мотивують рухову діяльність тестованого.

**Узгодженість тесту – це, по суті, надійність оцінки його різними людьми.** Під час перевірки тесту на узгодженість розробляється уніфікована методика його проведення, а потім два чи більше спеціалістів по черзі в стандартних умовах за наявності того ж контингенту досліджуваних проводять експеримент.

У випадку використання декількох схожих тестів (для визначення рівня розвитку певної якості) говорять про їх **еквівалентність**. Тобто еквівалентні тести є майже рівноцінними в практиці тестування певної рухової якості. Кількісно еквівалентність тестів визначається за коефіцієнтом кореляції, який називається коефіцієнтом еквівалентності.

**Використання еквівалентних тестів підвищує надійність оцінки розвитку рухових якостей людини.** Якщо всі тести, що входять в запропонований комплекс, високо еквівалентні, то він називається **гомогенним**, а якщо тести вимірюють різні сторони моторики, то комплекс складається з нееквівалентних тестів і називається **гетерогенним**.

**Придатність тестів** повинна відповідати трьом критеріям:

- **відповідність контингенту** полягає в тому, що тестове завдання повинно бути адекватним для обраного контингенту, якщо воно вимагає спортивно-технічних умінь, то за своєю суттю повинно відповідати звичній руховій активності;
- **технічна простота** рухових тестів відбивається у координаційній легкості виконання з метою концентрації уваги на досягненні найвищого результату, не відволікаючись на подолання координаційних труднощів;
- **сучасність** реалізується через призму закономірностей розвитку обраного виду спорту, неможливості використання старих вправ, старого типу інвентарю, співпаданні результатів тестування, отриманих у групі одних і тих самих спортсменів різними тренерами, говорить про високий ступінь узгодженості тесту, відсутність якої може залежати від суб'єктивних факторів осіб, які проводять тестування:
- різних психофізіологічних особливостей експерта;
- неоднакової вимогливості під час тестування до спортсменів – деякі тренери успішно застосовують моральні засоби заохочення, викликають інтерес, краще мотивують рухову діяльність тестованого.

**Узгодженість тесту – це, по суті, надійність оцінки його різними людьми.** Під час перевірки тесту на узгодженість розробляється уніфікована методика його проведення, а потім два чи більше спеціалістів по черзі в стандартних умовах за наявності того ж контингенту досліджуваних проводять експеримент.

У випадку використання декількох схожих тестів (для визначення рівня розвитку певної якості) говорять про їх **еквівалентність**. Тобто еквівалентні тести є майже рівноцінними в практиці тестування певної рухової якості. Кількісно еквівалентність тестів визначається за коефіцієнтом кореляції, який називається коефіцієнтом еквівалентності.

**Використання еквівалентних тестів підвищує надійність оцінки розвитку рухових якостей людини.** Якщо всі тести, що входять в запропонований комплекс, високо еквівалентні, то він називається **гомогенним**, а якщо тести вимірюють різні сторони моторики, то комплекс складається з нееквівалентних тестів і називається **гетерогенним**.

**Придатність тестів** повинна відповідати трьом критеріям:

– **відповідність контингенту** полягає в тому, що тестове завдання повинно бути адекватним для обраного контингенту, якщо воно вимагає спортивно-технічних умінь, то за своєю суттю повинно відповідати звичній руховій активності;

– **технічна простота** рухових тестів відбивається у координаційній легкості виконання з метою концентрації уваги на досягненні найвищого результату, не відволікаючись на подолання координаційних труднощів;

– **сучасність** реалізується через призму закономірностей розвитку обраного виду спорту, неможливості використання старих вправ, старого типу інвентарю.

Навчитися визначати надійність тесту за допомогою розрахунку коефіцієнта надійності.

### **Контрольні питання для самостійної роботи**

1. Що таке тестування? Які вимоги до тестування?
2. Дайте визначення поняття “тест”. Які критеріальні вимоги до тестів?
3. Дайте характеристику логічної та емпіричної інформативності тестів?
4. В чому різниця між діагностичними та прогностичними тестами?
5. Що таке надійність тесту? Які є різновиди надійності?
6. Що таке придатність тесту, які її складові?
7. Що таке еквівалентні тести? Для чого вони використовуються?
8. Які основні типи моторних, біологічних, психологічних тестів?

### **Тестові завдання для самоконтролю знань**

#### **1. Тестом у системі фізичного виховання та спорту називають:**

- а) уніфіковану міру успіху у будь-якому завданні;
- б) завдання стандартної форми для визначення властивостей та здібностей людини;
- в) виявлення думок експертів шляхом аналізу обстеження об'єктів.

#### **2. Аутентичність тестів характеризується вимогами:**

- а) інформативності;
- б) валідності;
- в) надійності та інформативності;
- г) стабільності та узгодженості.

**Що називають інформативністю в системі тестування?**

- а) співпадання результатів при повторному тестуванні одних і тих самих осіб;
- б) надійність оцінки результатів тестування;
- в) об'єктивна міра відображення рівня розвитку досліджуваної властивості;
- г) можливість використання схожих тестів.

**4. Надійність оцінки тесту різними людьми називається:**

- а) узгодженістю;
- б) валідністю;
- в) еквівалентністю;
- г) інформативністю.

**5. За яким показником визначається залежність між результатом тесту і порівнювальним критерієм?**

- а) критерієм варіації;
- б) коефіцієнтом кореляції;
- в) критерієм статистичної значущості;
- г) коефіцієнтом еквівалентності.

**6. Тести, що вимірюють різні сторони моторики людини, називають:**

- а) невідповідними;
- б) гомогенними;
- в) гетерогенними;
- г) аутентичними.

**7. До якого різновиду тестів належить біг на 100 м?**

- а) контрольна вправа;
- б) дозована функціональна проба;
- в) максимальний функціональний тест;
- г) гетерогенний тест.

**8. До якого різновиду тестів відноситься 3-хвилинний біг під метроном?**

- а) контрольна вправа;
- б) дозована функціональна проба;
- в) максимальний функціональний тест/
- г) біологічний

***Рекомендована література***

1. Аванесов В.С. Тесты в социологическом исследовании. – М., 1982. – 186 с.
2. Годик М. А. Спортивная метрология : учеб. для ин-тов физ. культуры / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 19 с.
3. Зацюрский В.М. Задачи по спортивной метрологии. Надежность тестов / В.М. Зацюрский, З.М. Баранова, Б.А. Суслаков. – М., 1980. – 29 с.
4. Карпман В.Л. и др. Тестирование в спортивной медицине. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
5. Клименко А.П. Практика тестирования. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 214 с.

6. Коренберг В.Б. Спортивна метрологія / учебник / В.Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.

7. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.

#### **Питання 4. Функціональний й статистичний взаємозв'язок**

У спортивних дослідженнях між досліджуваними показниками часто виявляється взаємозв'язок. Вид її буває різним. Наприклад, визначення прискорення за відомим даними швидкості в біомеханіці, закон Фехнера в психології, закон Хилла у фізіології й інші характеризують так званий функціональний взаємозв'язок, або залежність, при якій кожному значенню одного показника відповідає строго певне значення іншого.

До іншого виду взаємозв'язку відносять, наприклад, залежність ваги від довжини тіла. Одному значенню довжини тіла може відповідати кілька значень ваги й навпаки. У таких випадках, коли одному значенню одного показника відповідає кілька значень іншого, взаємозв'язок називають статистичною.

Вивченню статистичного взаємозв'язку між різними показниками в спортивних дослідженнях приділяють велику увагу, оскільки це дозволяє розкрити деякі закономірності й надалі в практичній роботі тренера й педагога.

Серед статистичних взаємозв'язків найбільш важливі кореляційні. Кореляція заключається в тім, що середня величина одного показника змінюється залежно від значення іншого.

Статистичний метод, що використовується для дослідження взаємозв'язків, називається кореляційним аналізом. Основною задачею його є определение форми, тісноти й направлености досліджуваних показників.

Кореляційний аналіз дозволяє исследувать тільки статистичний взаємозв'язок. Він широко використовується в теорії тестів для оцінки їхньої надійності й інформативності. Різні шкали вимірів, як буде показано довше, вимагають різних варіантів кореляційного аналізу.

#### **Питання №5 Кореляційне поле.**

Аналіз взаємозв'язку починається із графічного подання результатів вимірів у прямокутній системі координат. Припустимо, що в шести випробуваних зареєстрований такий показник, як число підтягувань на поперечині, до початку підготовительного періода тренування (X) і після його закінчення (Y). Запишемо результати вимірів:

№испытует	X	Y
1	10	12
2	9	10
3	12	12
4	10	10
5	9	13



Для 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.

Така графічна залежність називається діаграмою розсіювання або кореляційним полем. Візуальний аналіз графіка дозволяє виявити форму залежності. У цьому випадку ця форма близька до звичайного геометричної еліпсові-еліпсу-фігурі-еліпсу. Таку правильну форму ми будемо називати лінійною залежністю або лінійною формою взаємозв'язку.

Однак на практиці можна зустріти й іншу форму взаємозв'язку. Ця залежність, експериментально отримана при подачах у тенісі, є характерною для нелінійної форми взаємозв'язку, або нелінійної залежності.

Таким чином, візуальний аналіз кореляційного поля дозволяє виявити форму статистичної залежності-лінійну або нелінійну. Це має істотне значення для наступного кроку в аналізі-виборі й обчислення відповідного коефіцієнта кореляції.

### **Питання №6** Оцінка тісноти взаємозв'язку

Для оцінки тісноти взаємозв'язку в кореляційному аналізі використовується значення спеціального показника-коефіцієнта кореляції. Абсолютне значення будь-якого коефіцієнта кореляції лежить у межах від 0 до 1. Об'ясняють значення цього коефіцієнта в такий спосіб:

-коефіцієнт кореляції=1,00(функціональна 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=0,00(кореляції немає).

Таким чином, значення коефіцієнта кореляції, змінюючись у межах від 0 до 1, дозволяє оцінювати тісноту взаємозв'язку. Крім тісноти нас буде цікавити й спрямованість взаємозв'язку.

### **Контрольні питання для самостійної роботи**

1. Тести із заданим навантаженням та тести на максимальний результат.
2. Принципи визначення мети тестування.
3. Роз'яснити поняття надійності тесту. Похибки тестових випробувань.
4. Коефіцієнт надійності та його практичне визначення.
5. Загальна методика дисперсійного аналізу в обробці результатів тестових випробувань.

### **Методи обчислення коефіцієнтів взаємозв'язку**

У зміст питання, зокрема,входить: оволодіти методами статистичного та функційного зв'язку

Основною задачею метрологічного контролю у фізичному вихованні є забезпечення єдності й точності вимірів. Методи обчислення коефіцієнтів взаємозв'язку.

Коефіцієнт кореляції. Коефіцієнт Пірсона. Взаємозв'язок різних показників.

План:

- 1.Обчислення парного лінійного коефіцієнта кореляції Бравэ-Пірсона;
- 2.Обчислення кореляційного відношення;
- 3.Обчислення приватного й множинного коефіцієнтів кореляції

### ***Рекомендована література***

- 1.Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. / Под ред. В.М.Зациорского.- М.: Физкультура и спорт, 1982.-256 с.
2. Годик М.А. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. – М.: Физкультура и спорт, 1988.-192с.
- 3.Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК,1999.- 50 с.
- 4.Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке /В.А. Запорожанов.- Киев:Здоров'я,1988.-205с.
- 5.Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В.В.Иванов.-М.: Физкультура и спорт,1987.-256с.
6. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.
- 7.Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184 с.
- 18.Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського.
- 19.<http://www.fina.org>
- 20.<http://len.org/>
- 21.<http://www.df.ua.org/>

Обчислення парного лінійного коефіцієнта кореляції Бравэ-Пірсона. Найпростішою системою кореляційного зв'язку є лінійний зв'язок між двома ознаками - парна лінійна кореляція.

Практичне значення її в тім, що є системи, у яких серед всіх факторів, що впливають на результативну ознаку, виділяється один найважливіший фактор, що в основному визначає варіацію результативної ознаки. Вимір

парних кореляцій становить необхідний етап у вивченні складних, багатофакторних зв'язків. Є такі системи зв'язків, при вивченні яких слід віддати перевагу парну кореляцію. Увага до лінійних зв'язків пояснюється обмеженою варіацією змінних і тим, що в більшості випадків нелінійні форми зв'язків для виконання розрахунків перетворюються в лінійну форму.

Рівняння парного лінійного кореляційного зв'язку називається рівнянням парної регресії й має вигляд:

$$v = a + bx, \quad (8.4)$$

де  $v$  - середнє значення результативної ознаки при певнім значенні факторної ознаки  $x$ ;

$a$  - вільний член рівняння;

$b$  - коефіцієнт регресії, що вимірює середнє відношення відхилення результативної ознаки від його середньої величини до відхилення факторної ознаки від його середньої величини на одну одиницю його виміру - варіація  $v$ , що доводиться на одиницю варіації  $x$ .

Що стосується терміна регресія, його походження таке: творці кореляційного аналізу Ф. Гальтон (1822 - 1911) і К. Пирсон (1857 - 1936) цікавилися зв'язком між ростом батьків і їхніх синів. Ф. Гальтон вивчив більше 200 родин і виявив, що в групі родин з високорослими батьками сини в середньому нижче ростом, чим їхні батьки, а в групі родин з низкорослими батьками сини в середньому вище батьків. Таким чином, відхилення росту від середньої в наступному поколінні зменшується - регресує. Причина в тім, що на ріст синів впливає не тільки ріст батьків, але й ріст матерів і багато інших факторів розвитку дитини, і ці фактори, випадково спрямовані як убік збільшення, так і зниження росту, наближають ріст синів до середнього росту. У цілому ж варіація росту, звичайно, не зменшується, а в наш час «акселерації» сам середній ріст збільшується з покоління в покоління.

Рівняння (8.4) визначається за даними про значення ознак  $x$  и  $v$  у досліджуваній сукупності, що складається з  $n$  одиниць. Параметри рівняння  $a$  й  $b$  перебувають методом найменших квадратів (МНК).

Вихідна умова МНК для прямої лінії має вигляд:

$$f(a,b) = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + bx_i)]^2 \rightarrow \min. \quad (8.5)$$

Для відшукання значень параметрів  $a$  год  $b$ , при яких  $f(a,b)$  приймає мінімальне значення, частки похідні функції дорівнюємо нулю й перетворимо одержувані рівняння, які називаються нормальними рівняннями МНК для прямої:

$$\frac{df}{da} = \left( 2 \sum_{i=1}^n y_i - a + bx_i \right) (-1) = 0;$$

$$\frac{df}{db} = \left( 2 \sum_{i=1}^n y_i - a + bx_i \right) (-x) = 0.$$

Звідси система нормальних рівнянь має вигляд:

$$na + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i;$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n (x_i)^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i.$$

Нормальні рівняння МНК для прямої лінії регресії є системою двох рівнянь із двома невідомими а й b. Всі інші величини, що входять у систему, визначаються за вихідною інформацією. Таким чином, однозначно обчислюються при рішенні цієї системи рівнянь обидва параметри рівняння лінійної регресії.

Якщо перше нормальне рівняння розділити на n, одержимо:

$$a + b\bar{x} = \bar{y}, \text{ откуда } a = \bar{y} - b\bar{x}. \quad (8.6)$$

По рівнянню (8.6) звичайно на практиці обчислюється вільний член рівняння регресії a. Параметр b обчислюється по перетвореній формулі, яку можна вивести, вирішуючи систему нормальних рівнянь відносно b:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (8.7)$$

Тому що знаменник цього вираження є не що інше, як дисперсія ознаки x, тобто  $\sigma_x^2$ , те можна записати формулу коефіцієнта регресії у вигляді:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x^2} \quad (8.8)$$

Підставивши в (8.8) вираження для  $\sigma_x^2$ , одержимо:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] : n} = \frac{n\overline{xy} - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8.9)$$

Параметри рівняння регресії можна обчислити через визначники:

$$a = \frac{\Delta_a}{\Delta}, \quad b = \frac{\Delta_b}{\Delta}, \quad (8.10)$$

де D - визначник системи;

Da - приватний визначник, одержуваний у результаті заміни коефіцієнтів при a вільних членах із правої частини системи рівнянь;

Db - приватний визначник, одержуваний у результаті заміни коефіцієнтів при b вільними членами із правої частини системи рівнянь.

Формули (8.10) відповідають самому загальному підходу до визначення параметрів рівняння регресії й можуть застосовуватися у випадку як парний, так і множинної регресії.

Застосування однієї з формул (8.7), (8.8) або (8.9) залежить від характеру даних і наявності вже обчислених на попередніх етапах аналізу показників. Якщо були обчислені  $\bar{x}, \bar{y}, s_x, s_y$ , те простіше застосувати формулу (8.7) або (8.8). Якщо розрахунок параметрів рівняння кореляційного зв'язку ведеться виходячи з первинних даних  $x_i, y_i$ , то зручніше формула (8.9). Особливо істотно вона скорочує об'єм обчислень при слабкій варіації ознак, тому що тоді відхилення їхніх індивідуальних значень від середніх величин на порядок або дві менше самі індивідуальні й середні величини. Крім того, формула (8.9) явно виражає зазначену в п. 8.1 особливість кореляційного аналізу зв'язків: параметри кореляції залежать не від рівнів ознак, а тільки від їхніх відхилень від середніх значень.

Якщо значення ознаки збільшити в 10 разів, кореляція не зміниться, також не зміняться параметри кореляції, крім вільного члена, якщо до всіх значень кожної ознаки додати постійне число.

Коефіцієнт парної лінійної регресії, позначений  $B$ , має сенс показника сили зв'язку між варіацією факторної ознаки  $x$  і варіацією результативної ознаки  $y$ . Він вимірює середнє по сукупності відхилення  $y$  від його середньої величини при відхиленні  $x$  від своєї середньої величини на прийнятну одиницю виміру.

Наприклад, за даними табл. 8.1 при відхиленні витрат на 1 корову від середньої величини на 1 руб. надій молока на корову відхиляється від свого середнього значення на 3,47 кг у середньому по сукупності.

Теснота парного лінійного кореляційного зв'язку, як і будь-який інший показник, може бути обмірювана кореляційним відношенням  $h$ . Крім того, при лінійній формі рівняння застосовується інший показник тісноти зв'язку - коефіцієнт кореляції  $r_{xy}$ . Цей показник являє собою стандартизований коефіцієнт регресії, тобто коефіцієнт, виражений не в абсолютних одиницях виміру ознак, а в частках середнього квадратического відхилення результативної ознаки:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 : n}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (8.11)$$

Коефіцієнт кореляції був запропонований англійським статистиком і філософом Карлом Пирсоном (1857 - 1936). Його інтерпретація така: відхилення ознаки-фактору від його середнього значення на величину свого середнього квадратического відхилення в середньому по сукупності приводить до відхилення ознаки-результату від свого середнього значення на  $r_{xy}$  його середнього квадратического відхилення.

На відміну від коефіцієнта регресії  $b$  коефіцієнт кореляції не залежить від прийнятих одиниць виміру ознак, а стало бути, він порівнянний для будь-яких ознак.

Звичайно вважають зв'язок сильною, якщо  $r$  і. 0,7; середньої тісноти, при 0,5 J

$r \in [0, 1]$ ; слабкої при  $r < 0,5$ . Не треба, особливо працюючи з ЕОМ, гнатися за більшим числом знаків коефіцієнта кореляції. По-перше, вихідна інформація рідко має більше трьох значущих точних цифр, по-друге, оцінка тісноти зв'язку не вимагає більше двох значущих цифр.

Квадрат коефіцієнта кореляції називається коефіцієнтом детермінації:

$$r_{xy}^2 = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \right]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{b \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (8.12)$$

Ця формула знадобиться при аналізі множинної кореляції. Помноживши чисельник і знаменник (8.12) на

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

одержимо:

$$r_{xy}^2 = \frac{b^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Поскольку  $b(x_i - \bar{x}) = \hat{y}_i - \bar{y}$ , имеем:

$$r_{xy}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (8.13)$$

Це вираження відповідає вираженню  $r^2$  (див. формулу (8.2)). Тотожність коефіцієнта детермінації й квадрата кореляційного відношення служить підставою для інтерпретації величини  $r^2$  як частки загальної дисперсії результативної ознаки  $y$ , що пояснюється варіацією ознаки-фактору  $x$  (і зв'язком між варіацією обох ознак). Власне кажучи, основним показником тісноти зв'язку й варто було б уважати коефіцієнт детермінації (для лінійної формули зв'язку) або квадрат кореляційного відношення. Але історично раніше був уведений коефіцієнт кореляції, що довгий час і розглядався як основний показник.

Аналогічно різним «робітником» формулам для обчислення коефіцієнта регресії можна на основі вихідної формули (8.10) підучити різні «робітники» формули коефіцієнта кореляції.

Розділивши чисельник і знаменник формули (8.11) на  $n$ , одержимо:

$$r_{xy} = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \right] : n}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (8.14)$$

Ця формула відповідає формулі (8.8) для коефіцієнта регресії.

2. Середні квадратические відхилення можна виразити через середні величини ознаки:

$$\sigma_x = \sqrt{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}; \quad \sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - (\bar{y})^2}$$

Підставивши ці вираження в (8.14), одержимо:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{[\overline{x^2} - (\bar{x})^2][\overline{y^2} - (\bar{y})^2]}} \quad (8.15)$$

Ця формула (8.15) зручніше для розрахунків, якщо середні величини ознак і середні квадрати індивідуальних величин обчислені раніше. Зміст же коефіцієнта кореляції розкривається вихідною формулою (8.11). У перетворених формулах цей зміст не настільки ясний.

Розглянемо фактичний приклад аналізу кореляційної парної лінії зв'язку по даним 16 сільгосп підприємств про витрати на 1 корову й про надій молока на корову. Обмежений об'єм сукупності прийнятий тільки в навчальних цілях, щоб уникнути приведення громіздких таблиць (табл. 8.1).

Середні значення ознак:  $\bar{x}=1605$ руб.;  $\bar{y}=35,2$ ц/голів.

Сопоставляючи знаки відхилень ознак  $x$  і  $y$  від середніх величин, бачимо явна перевага співпадаючих по знаках пар відхилень: їх 14 і тільки 2 пари незбіжних знаків.

Німецький психіатр Г. Т. Фехнер (1801 - 1887) запропонував міру тісноти зв'язку у вигляді відносини різниці числа пара співпадаючих і незбіжних пар знаків до суми цих чисел:

$$K_{\text{Фехнера}} = \frac{C - H}{C + H} = \frac{14 - 2}{14 + 2} = 0,75.$$

Звичайно, коефіцієнт Фехнера - дуже грубий показник тісноти зв'язку, не враховуючу величину відхилень ознак від середніх значень, але він може служити деяким орієнтиром в оцінці інтенсивності зв'язку. У цьому випадку він указує на тісний зв'язок ознак.

Обчислимо на основі підсумкового рядка табл. 8.1 параметр парної лінійної кореляції:

$$b = \frac{+28473,7}{818533} = +0,0347.$$

Він означає, що в середньому по досліджуваній сукупності відхилення витрат на 1 корову від середньої величини на 1 руб. приводило до відхилення з тим же знаком середнього надою молока на 0,0347 ц, тобто на 3,47 кг на корову. При нестрогій інтерпретації говорять: «Зі збільшенням витрат на корову на 1 руб. у середньому надій молока зростав на 3,47 кг». Оскільки й до початку різкої інфляції вартість 3,47 кг молока значно перевершувала рубль, збільшення витрат на корову було економічно доцільним.

Вільний член рівняння регресії обчислимо по формулі (8.6):

$$a = 35,2 - 0,0347 \cdot 1605 = - 20,49.$$

Рівняння регресії в цілому має вигляд:

$$\bar{y} = 0,0347x - 20,49.$$

- це найменша сума витрат на 1 корову, при яких корова здатна давати молоко. Якщо ж область існування результативної ознаки включає нульове значення ознаки-фактору, то вільний член є позитивним і означає середнє значення результативної ознаки при відсутності даного фактору, наприклад середню врожайність картоплі при відсутності органічних добрив.

Графічне зображення кореляційного зв'язку за даними табл. 8.1. наведено на мал. 8.1.

Коефіцієнт кореляції, розрахований на основі табл. 8.1,

$$r_{xy} = \frac{+28473,7}{\sqrt{818533 \cdot 1180,32}} = +0,916.$$

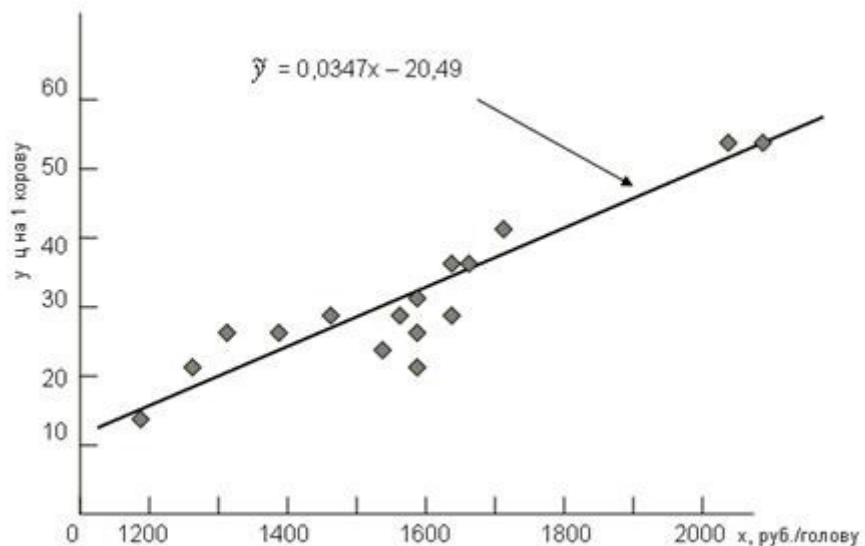


Рис. 8.1. Кореляція витрат на корову із продуктивністю



Полученное значение гораздо больше коэффициента Фехнера. Квадрат коэффициента корреляции, т. е. коэффициент детерминации, составил 0,839, или 83,9%. Вариации надоев молока на корову связаны с вариацией затрат в хозяйствах, произведенных в среднем на 1 корову.

Для интерпретации коэффициента корреляции необходимо знать область его существования  $0 \leq |r| \leq 1$ . Как ясно из формулы (8.11), минимальное, именно нулевое, значение коэффициента корреляции может быть достигнуто, если положительные и отрицательные произведения отклонений признаков от их средних величин в числителе полностью уравниваются друг друга. Это свидетельствовало бы о полном отсутствии связи, но вероятность такого абсолютно точного взаимопогашения крайне мала для любой реальной, не бесконечно большой совокупности. Поэтому и при отсутствии реальной связи коэффициент корреляции на практике не равен нулю. Например, коэффициент корреляции между надоем молока от коров и числом букв в названии предприятия в совокупности хозяйств, указанных в табл. 8.1, равен +0,216. Как отделить реальные, надежно установленные связи от таких случайных, незначимых величин коэффициента корреляции, рассматривается в следующем разделе этой главы.

Максимально тесная связь — это связь функциональная, когда каждое индивидуальное значение результативного признака  $y_i$  может быть однозначно поставлено в соответствие значению  $x_i$ , например когда  $y_i = x_i \cdot c$ , где  $c$  — константа. Подставив это выражение  $y_i$  в формулу коэффициента корреляции (8.11), получим:

$$r_{y \text{ max}} = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(x_i c - \bar{x}c)}{\sqrt{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_1^n (x_i c - \bar{x}c)^2}} = \frac{c \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{\sqrt{c^2 (\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2)^2}} = \frac{c \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{c \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2} = 1$$

Если связь обратная и  $y_i = -cx_i$ , то коэффициент корреляции будет равен минус единице. Чем ближе коэффициент корреляции к единице, тем ближе связь к функциональной. Полученное в примере значение +0,916 свидетельствует об очень тесной связи надоев молока с затратами в расчете на 1 корову. Об этом же говорит и рис. 8.1, где реальные значения для отдельных хозяйств (точки корреляционного поля) близко расположены к линии регрессии, выражающей среднюю закономерность связи.

Обчислення кореляційного відношення

Для оцінки ступеня взаємозв'язку при нелінійній формі залежності й вимірах у шкалах інтервалів і відносин використовується кореляційне відношення. Позначається воно грецькою буквою з ("ця"). При лінійному взаємозв'язку значення кореляційного відношення по абсолютній величині збігається з коефіцієнтом кореляції. Обичайно для однієї залежності обчислюються два значення кореляційного відношення:  $z_{x/y}$  і  $z_{y/x}$ . Тільки у випадку сильного лінійного взаємозв'язку вони рівні між собою й дорівнюють коефіцієнту кореляції. Алгоритм обчислення кореляційного відношення тут не розглядається. Його легко обчислити по формулах склавши таблицю.

## Обчислення приватного й множинного коефіцієнтів кореляції

$r_{xy \cdot (z)}$

Дуже часто взаємозв'язок між двома ознаками спотворюється внаслідок того, що обидві ознаки піддаються впливу інших факторів. Тому на практиці для одержання більше точних взаємозв'язків між двома змінними виключають вплив на них третьої змінної. Це можна зробити за допомогою приватного коефіцієнта кореляції .

Порядок обчислень:

1. Вимірюють результати по трьох ознаках. Наприклад, у групи спортсменів виміряли результат у стрибках у довжину ( $x$ ), масу тіла ( $y$ ) і силу м'язів нижніх кінцівок ( $z$ ).
2. Розраховують коефіцієнти лінійної кореляції (див. 4.2.1.):  $r_{xy}=0,78, r_{xz}=0,89, r_{yz}=0,95$ .
3. Обчислюємо приватний коефіцієнт кореляції по формулі:

$$r_{xy \cdot (z)} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xz}^2)(1 - r_{yz}^2)}}$$

Представимо, що дослідника цікавить "чиста" кореляція між результатами в стрибках у довжину й масою тіла, крім впливу на цей взаємозв'язок сили м'язів нижніх кінцівок випробуваних:

$$r = \frac{0,78 - 0,89 \cdot 0,95}{\sqrt{(1 - 0,89^2)(1 - 0,95^2)}} = \frac{-0,07}{0,14} = -0,50$$

4. На підставі отриманого результату виявляємо зв'язок між досліджуваними ознаками:

4.1. Якщо коефіцієнт має позитивний знак (+), те зв'язок позитивна, і, навпаки, при негативному знаку (-) - зв'язок негативна.

4.2. За абсолютним значенням коефіцієнта (від 0 до 1) оцінюємо кількісну міру зв'язку:

- якщо  $r = 0$  - кореляція відсутня (дані фактори між собою нейтральні);
- якщо  $0,09 \leq r < 0,19$  - статистичний взаємозв'язок дуже слабка;
- якщо  $0,2 \leq r < 0,49$  - статистичний взаємозв'язок слабка;
- якщо  $0,5 \leq r < 0,69$  - статистичний взаємозв'язок середня;
- якщо  $0,70 \leq r < 0,99$  - статистичний взаємозв'язок сильна.

Т.о., на підставі розрахункового результату робиться висновок про те, що між досліджуваними ознаками існує слабка (середня, сильна) позитивна (негативна) зв'язок.

У нашій прикладі отриманий негативний коефіцієнт свідчить про те, що за інших рівних умов (однаковій силі м'язів нижніх кінцівок) спортсмени з більшою масою тіла стрибали б гірше. Цей приклад показує, що в багатьох

випадках не досить використовувати тільки просту кореляцію між двома змінними. Обчислення приватного коефіцієнта кореляції може допомогти уникнути помилкових висновків, а також прикрасити роботу.

### **Питання для самостійної роботи**

1. Методи підвищення надійності тестів.
2. Поняття стабільності тесту. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
3. Поняття узгодженості тесту. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
4. Поняття еквівалентності тестів. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
5. Поняття інформативності тестів. Роз'яснити на прикладах.
6. Логічний метод обґрунтування інформативності.
7. Обчислення парного лінійного коефіцієнта кореляції Браве-Пирсона;
8. Обчислення кореляційного відношення;
9. Обчислення приватного й множинного коефіцієнтів кореляції

### **Рекомендована література**

1. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. / Под ред. В.М.Защипорского.- М.: Физкультура и спорт, 1982.-256 с.
2. Годик М.А. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. – М.: Физкультура и спорт, 1988.-192с.
- 3.Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК,1999.- 50 с.
- 4.Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке /В.А. Запорожанов.- Киев:Здоров'я,1988.-205с.
- 5.Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В.В.Иванов.-М.: Физкультура и спорт,1987.-256с.
6. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.
- 7.Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184 с.
- 22.Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського.
- 23.<http://www.fina.org>
- 24.<http://len..org/>
- 25.<http://www.df.ua.org/>

# підготовки студентів

## Тема 1. Надійність тестів

### Надійність тестів.

Вимір або випробування, проведене з метою визначення стану або здатностей спортсмена, називається тестом.

Не всякі виміри можуть бути використані як тести, а тільки ті, які відповідають спеціальним вимогам. До них ставляться:

1. стандартизованість (процедура й умови тестування повинні бути однаковими у всіх випадках застосування тесту);
2. надійність;
3. інформативність;
4. наявність системи оцінок.

Тести, що задовольняють вимогам надійності й інформативності, називають добротними або автентичними (греч. аутентико - достовірним образом).

Процес випробувань називається тестуванням; отримане в підсумку виміру числове значення - результатом тестування (або результатом тесту).

Наприклад, біг 100 м - це тест, процедура проведення забігів і хронометражу - тестування, час забігу - результат тесту.

Тести, в основі яких лежать рухові завдання, називають руховими або моторними. Результатами їх можуть бути або рухові досягнення (час проходження дистанції, число повторень, пройдена відстань і т.п.), або фізіологічні й біохімічні показники.

Іноді використовується не один, а кілька тестів, що мають єдину кінцеву мету (наприклад, оцінку стану спортсмена в соревновательном періоді тренування). Така група тестів називається комплексом або батареєю тестів.

Той самий тест, застосований до тим самим досліджуваних, повинен дати в однакових умовах співпадаючі результати (якщо тільки не змінилися самі досліджувані). Однак при самій строгій стандартизації й точній апаратурі результати тестування завжди трохи варіюють. Наприклад, досліджуваний, що тільки що показав у тесті станової динамометрії результат 215 кг, при повторному виконанні показує лише 190 кг.

Надійністю тесту називається ступінь збігу результатів при повторному тестуванні тих самих людей (або інших об'єктів) в однакових умовах.

Варіацію результатів при повторному тестуванні називають усередині індивідуальної, або усередині груповий, або внутрішньокласової.

Чотири основні причини викликають цю варіацію:

1. Зміна стану досліджуваних (стомлення, вработывание, научение, зміна мотивації, концентрації уваги й т.п.).
2. Неконтрольовані зміни зовнішніх умов і апаратури (температура, вітер, вологість, напруга в електромережі, присутність сторонніх осіб і т.п.), тобто

все те, що поєднується терміном “випадкова помилка виміру”.

3. Зміна стану людини, що проводить або оцінює тест (і, звичайно, заміна одного експериментатора або судді іншим).

4. Недосконалість тесту (є такі тести, які свідомо малонадійні. Наприклад, якщо досліджувані виконують штрафні кидки в баскетбольний кошик, те навіть баскетболіст, що має високий відсоток влучень, може випадково помилитися при перших кидках).

Основне розходження теорії надійності тестів від теорії помилок виміру полягає в тому, що в теорії помилок вимірювана величина вважається незмінної, а в теорії надійності тестів передбачається, що вона міняється від виміру до виміру. Наприклад, якщо необхідно виміряти результат виконаної спроби в стрибках у довжину з розбігу, то він цілком певний і із часом значно змінитися не може. Звичайно, у силу випадкових причин (наприклад, неоднакового натягу рулетки) не можна з ідеальною точністю (скажемо до 0,0001 мм) виміряти цей результат. Однак використовуючи більше точний вимірювальний інструмент (наприклад, лазерний вимірник), можна підвищити їхню точність до необхідного рівня. Разом з тим, якщо коштує задача визначити підготовленість стрибун на окремих етапах річного циклу тренування, то самий точний вимір показаних їм результатів мало чим допоможе: адже вони від спроби до спроби зміняться.

Щоб розібратися в ідеї методів, використовуваних для судження про надійність тестів, розглянемо спрощений приклад. Припустимо, що необхідно зрівняти результати стрибків у довжину з місця у двох спортсменів по двох виконаних спробах. Допустимо, що результати кожного зі спортсменів варіюють у межах  $\pm 10$  див від середньої величини й рівні відповідно  $230 \pm 10$  див (тобто 220 і 240 див) і  $280 \pm 10$  див (тобто 270 і 290 див). У такому випадку висновок, звичайно, буде зовсім однозначним: другий спортсмен перевершує першого (розходження між середніми в 50 див явно вище випадкових коливань в  $\pm 10$  див). Якщо ж при тої ж самій внутрігруповій варіації ( $\pm 10$  див) розходження між середніми значеннями досліджуваних (межгруповая варіація) будуть маленькими, то зробити висновок буде набагато сутужніше. Допустимо, що середні значення будуть приблизно рівні 220 див (в одній спробі - 210, в іншій - 230 див) і 222 див (212 і 232 див). При цьому перший досліджуваний у першій спробі стрибає на 230 див, а другий - тільки на 212 див; і створюється враження, що перший істотно сильніше другого. Із цього приклада видно, що основне значення має не сама по собі внутрішньокласова мінливість, а її співвідношення з міжкласовими розходженнями. Та сама внутрішньокласова мінливість дає різну надійність при рівних розходженнях між класами (в окремому випадку між досліджуваними, мал. 14).

Рис. 14. Співвідношення меж- і внутрішньокласової варіації при високій (угорі) і низкою (унизу) надійності:

короткі вертикальні штрихи - дані окремих спроб;

- середні результати трьох досліджуваних.

Теорія надійності тестів виходить із того, що результат будь-якого виміру,

проведеного на людині, є сума двох значень:

де: - так званий щирий результат, що хочуть зафіксувати;

- помилка, викликана неконтрольованими змінами в стані досліджуваного й випадкових помилок виміру.

Під щирим результатом розуміють середнє значення  $x$  при нескінченно великій кількості спостережень в однакових умовах (по цьомує при  $x$  ставлять знак).

Якщо помилки випадкові (їхня сума дорівнює нулю, і в рівних спробах вони не залежать друг від друга), тоді з математичної статистики треба:

т.е. зареєстрована в досвіді дисперсія результатів дорівнює сумі дисперсій щирих результатів і помилок.

Коефіцієнтом надійності називається відношення щирої дисперсії до дисперсії, зареєстрованої в досвіді:

Крім коефіцієнта надійності використовують ще індекс надійності:

який розглядають як теоретичний коефіцієнт кореляції зареєстрованих значень тесту із щирими.

Поняття про щирий результат тесту є абстракцією (у досвіді виміряти не можна). Тому доводиться використовувати непрямі методи. Найбільш кращий для оцінки надійності дисперсійний аналіз із наступним розрахунком внутрішньокласових коефіцієнтів кореляції. Дисперсійний аналіз дозволяє розкласти зареєстровану в досвіді варіацію результатів тесту на складові, обумовлені впливом окремих факторів. Наприклад, якщо зареєструвати в досліджувані їхні результати в якому-небудь тесті, повторюючи цей тест у різні дні, причому щодня робити по кілька спроб, періодично міняючи експериментаторів, то будуть мати місце варіації:

а) від випробуваного до випробуваного;

б) від дня до дня;

в) від експериментатора до експериментатора;

г) від спроби до спроби.

Дисперсійний аналіз дає можливість виділити й оцінити ці варіації.

Таким чином, щоб оцінити практично надійність тесту треба, по-перше, виконати дисперсійний аналіз, по-друге, розрахувати внутрішньокласовий коефіцієнт кореляції (коефіцієнт надійності).

При двох спробах величина внутрішньокласового коефіцієнта кореляції практично збігається зі значеннями звичайного коефіцієнта кореляції між результатами першої й другої спроб. Тому в таких ситуаціях для оцінки надійності можна використовувати звичайний коефіцієнт кореляції (він при цьому оцінює надійність однієї, а не двох спроб).

Говорячи про надійність тестів, необхідно розрізняти їхню стабільність (відтворюваність), погодженість, еквівалентність.

Під стабільністю тесту розуміють відтворюваність результатів при його повторенні через певний час в однакових умовах. Повторне тестування звичайно називають ретестом.

Погодженість тесту характеризується незалежністю результатів тестування від особистих якостей особи, що проводить або оцінює тест.

При виборі тесту з певного числа однотипних тестів (наприклад, спринтерський біг на 30, 60 і 100 м) методом паралельних форм оцінюється ступінь збігу результатів. Розрахований між результатами коефіцієнт кореляції називають коефіцієнтом еквівалентності.

Якщо всі тести, що входять у який-небудь комплекс тестів, високо еквівалентні, він називається гомогенним. Весь цей комплекс вимірює одну якусь властивість моторики людини (наприклад, комплекс, що складається зі стрибків з місця в довжину, нагору й потрійного; оцінюється рівень розвитку швидко-силових якостей). Якщо в комплексі немає еквівалентних тестів, тобто тести, що входять у нього, вимірюють різні властивості, то він називається гетерогенним (наприклад, комплекс, що складається зі станової динамометрії, стрибка нагору по Абалакову, перегони на 100 м).

Надійність тестів може бути підвищена до певного ступеня шляхом:

- а) більше строгої стандартизації тестування;
- б) збільшення числа спроб;
- в) збільшення числа оцінювачів (суддів, експериментів) і підвищення погодженості їхніх думок;
- г) збільшення числа еквівалентних тестів;
- д) кращої мотивації досліджуваних.

Приклад 10.1.

Визначити надійність результатів потрійного стрибка з місця в оцінці швидко-силових можливостей спортсменів-спринтерів, якщо дані вибірок такі:

Рішення:

1. Занести результати тестування в робочу таблицю:
2. Підставляємо отримані результати у формулу розрахунку рангового коефіцієнта кореляції:
3. Визначимо число ступенів волі по формулі:

$$k = n.$$

Висновок: отримане розрахункове значення Отже, із упевненістю в 99% можна говорити про те, що тест потрійного стрибка з місця надійний.

Тема: Визначення надійності тестів

Ціль: навчитися визначати надійність застосовуваних у спортивній практиці тестів.

### **Оцінка надійності за експериментальним даними**

Поняття про истинном результат тесту є абстракцією. Доводиться використовувати непрямі методи.

Найбільш кращий для оцінки надійності дисперсійний аналіз із наступним розрахунком внутрішньокласових коефіцієнтів кореляції; Дисперсійний аналіз, як відомо, дозволяє розкласти зареєстровану в досвіді варіацію результатів тесту на складові, обумовлені впливом окремих факторів. Наприклад, якщо зареєструвати у випробуванні їхні результати в якому-небудь тесті, повторюючи цей тест у різні дні, причому щодня робити по кілька спроб, періодично міняючи експериментаторів, то будуть мати

місце варіації:

а) від випробуваного до випробуваного (межиндивідуальна варіація),

б) від дня до дня

в) від експериментатора до експериментатора,

г) від спроби до спроби

Дисперсійний аналіз дає можливість виділити й оцінити ці варіації.

Таким чином, щоб оцінити надійність, треба, по-перше, виконати дисперсійний аналіз і, по-друге, розрахувати внутрішньокласовий коефіцієнт кореляції.

Деякі складності виникають, коли має місце так званий тренд, тобто систематичне підвищення або зниження результатів від спроби до спроби. У цьому випадку використовують більше складні методи оцінки надійності.

При двох спробах і відсутності тренда величини внутрішньокласового коефіцієнта кореляції практично збігаються зі значеннями звичайного коефіцієнта кореляції між результатами першої й другої спроб. Тому в таких ситуаціях для оцінки надійності можна використовувати й звичайний коефіцієнт кореляції. Однак якщо число повторних спроб у тесті більше двох і якщо використовуються складні схеми тестування, те необхідний розрахунок внутрішньокласового коефіцієнта.

Коефіцієнт надійності не є абсолютним показником, що характеризує тест. Цей коефіцієнт може змінюватися залежно від контингенту випробуваних, умов тестування й інших причин. Тому завжди треба описувати, як і на кому проводився тест.

### **Стабільність тесту**

Під стабільністю тесту розуміють відтворюваність результатів при його повторенні через певний час в однакових умовах. Повторне тестування звичайно називають ретестом. При цьому розрізняють два випадки. В одному ретест проводять для того, щоб одержати надійні дані про стан випробуваного протягом усього тимчасового інтервалу між тестом і ретестом. У цьому випадку важливі точні результати тесту й надійність повинна оцінюватися за допомогою дисперсійного аналізу.

В іншому випадку може бути важливим лише збереження порядку випробуваних у грєппе. В цьому випадку стабільність оцінюють за коефіцієнтом кореляції між тестом і ретестом.

Стабільність тесту залежить від:

1) виду тесту,

2) контингенту випробуваних,

3) тимчасового інтервалу між тестом і ретестом. Наприклад, морфологічні характеристики при невеликих тимчасових інтервалах досить стабільні; найменшу стабільність тимчасових інтервалів досить стабільні; найменшу стабільність мають тести на точність рухів. У дорослі результати тестування більше стабільні, чим у дітей; у спортсменів - більше стабільні, чим у не займаються спортом.

Зі збільшенням тимчасового інтервалу між тестом і ретестом стабільність



тесту знижується.

### **Погодженість тесту**

Согласованість тесту характеризується незалежністю результатів тестування від особистих якостей особи, що проводить або оцінює тест. Погодженість визначається по ступені збігу результатів, отриманих на тих самих випробуваних різними експериментаторами, суддями, експертами. При цьому можливі два варіанти:

1) особа, що проводить тест, тільки оцінює його результати, не впливаючи на них. Наприклад, ту саму письмову роботу різні екзаменатори можуть оцінювати по-різному. Нерідко розрізняються оцінки суддів у гімнастиці, фігурному катанні на ковзанах, боксі, показники ручного хронометрування, оцінка електрокардіограми або рентгенограми різними лікарями й т.п.;

2) особа, що проводить тест, впливає на його результати. Наприклад, деякі експерименти більше наполегливі й вимогливі, чим інші, краще мотивують випробуваних. Це позначається на результатах.

Погодженість тесту - це, по-істоті, надійність оцінки його результатів при проведенні тесту різними людьми.

Особливо актуальна задача оцінки погодженості при кількісному визначенні якісних показників. Для цього розроблені спеціальні методи.

### **Еквівалентність тесту**

Нерідко тест вибирають вибирають із певного числа однотипних тестів. Наприклад, кидки в басейну кошик можна виконувати з різних крапок; спринтерський біг може проводитися на дистанції, скажемо, 50, 60 або 100 м; підтягування можна виконувати на кільцях або поперечині, хватом зверху або з низу й т.д. У таких випадках може використовуватися так званий метод паралельних форм, коли випробуваним пропонують виконати два різновиди того самого тесту й потім оцінюють ступінь збігу результатів.

Розрахований між результатами тестування коефіцієнт кореляції називають коефіцієнтом еквівалентності. Відношення до еквівалентності тестів залежить від конкретної ситуації. З одного боку, якщо два або більше тести еквівалентні, їх спільне приминення підвищує надійність оцінок; з іншого боку - може виявитися корисним застосувати тільки один еквівалентний тест: це спростить тестування й лише незначно знизить інформативність батареї тестів. Рішення цього питання залежить від таких причин, як складність і громіздкість тестів, ступінь необхідної точності тестування й т.п.

Якщо всі тести, що входять у який-небудь комплекс тестів, високоеквівалентні, він називається гомогенним. Весь цей комплекс вимірює одну якусь властивість моторики людини. Скажемо, комплекс, що складається зі стрибків з місця в довжину, нагору й потрійного, імовірно, буде миттєвим. Навпаки, якщо в комплексі немає еквівалентних тестів, те всі тести, що входять у нього, вимірюють різні властивості. Такий комплекс називається гетерогенним. Приклад гетерогенної батареї тестів: підтягування на поперечині, нахил уперед, біг на 1500 м.

## **Інформативність тестів.**

Інформативність тесту — це ступінь точності, з який він вимірює властивість (якість, здатність, характеристику й т.п.), для оцінки якого використовується. Інформативність нерідко називають також валідністю (від англ. validity - обґрунтованість, дійсність, законність). У різних випадках ті самі тести можуть мати різну інформативність.

Питання про інформативність тесту розпадається на дві частки питання:

- 1) що вимірює даний тест?
- 2) як точно він вимірює?

Якщо тест використовується для визначення стану спортсмена в момент обстеження, то говорять про діагностичну інформативність тесту. Якщо ж на основі результатів тестування хочуть зробити висновок про можливі майбутні показники спортсмена - про прогностичну інформативність. Тест може бути діагностически інформативний, а прогностически ні, і навпаки.

Ступінь інформативності може характеризуватися кількісно на основі досвідчених даних (так звана емпірична інформативність) і якісно - на основі змістовного аналізу ситуації (змістовна або логічна інформативність).

Ідея визначення емпіричної інформативності (греч. емпіриа - досвід) полягає в тому, що результати порівнюють із деяким критерієм. Для цього розраховують коефіцієнт кореляції між критерієм і тестом (такий коефіцієнт називають коефіцієнтом інформативності й позначають  $r_{tk}$ , де:  $t$  - перша буква в слові "тест",  $k$  - у слові "критерій").

Як тест-критерію береться показник, свідомо й безперечно відбиває ту якість системи, що збираються вимірювати за допомогою тесту.

Найчастіше в спортивній метрології критеріями служать:

- 1) спортивний результат;
- 2) яка-небудь кількісна характеристика сореєновательной діяльності (наприклад, довжина кроку в бігу, сила відштовхування в стрибках, відсоток точних передач у футболі й т.д.);
- 3) результати іншого тесту, інформативність якого доведена;
- 4) приналежність до певної групи. Наприклад, можна порівнювати майстрів спорту й спортсменів нижчих розрядів; приналежність до однієї із цих груп є критерієм;
- 5) так званий складений критерій, наприклад, сума окулярів у багатоборство.

Приклад визначення інформативності того самого тесту (швидкість перегони 30 м з ходу в чоловіків). Дані отримані на 62 спортсменах, що показали в стрибках у довжину результати від 600 до 772 див; результати в багатоборство бралися на підставі опитування.

Питання про вибір критерію є, по суті, найважливішим при визначенні реального значення й інформативності тестів.

При практичному використанні показників емпіричної інформативності варто мати через, що вони справедливі лише стосовно тих досліджуваним і умовам, для яких вони розраховані. Тест, інформативний у групі початківців, може виявитися зовсім не інформативним у групі майстрів спорту.

Інформативність тесту неоднакова в різні по складу групах. Зокрема, у групах, більше однорідних по своєму складі, тест звичайно менш інформативний.

Коефіцієнт інформативності дуже сильно залежить від надійності тесту й критерію. Тест із низькою надійністю завжди мало інформативний, тому не має змісту перевіряти малонадійні тести на інформативність. Недостатня надійність критерію також приводить до зниження коефіцієнтів інформативності. Однак у цьому випадку було б не правильно зневажати тестом як мало інформативним; адже верхньою границею можливої кореляції тесту є не  $\pm 1$ , а його індекс надійності. Тому треба порівнювати коефіцієнт інформативності із цим індексом. Дійсну інформативність (з виправленням на надійність критерію) розраховують по формулі:

$$\hat{r}_{tk} = \frac{r_{tk}}{\sqrt{r_{kk}}},$$

де:

$r_{tk}$  — коефіцієнт інформативності,

$r_{kk}$  — надійність критерія.

Коефіцієнт інформативності може визначатися як коефіцієнт кореляції між результатом тесту й тесту-критерію (наприклад, ранговий коефіцієнт кореляції):

$$r_{x,y}^S = 1 - \frac{6 \cdot \sum (dx_i - dy_i)^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$

Приклад 11.1.

Емпіричним шляхом визначити інформативність тесту станової динамометрії (X) в оцінці силових можливостей досліджуваних, використовуючи як тест-критерію (Y) максимальна кількість підтягувань на поперечині. При цьому дані вибірок такі:

$x_i$ , кг ~ 150; 140; 135; 100; 110; 115; 140.

$y_i$ , кол-во раз ~ 9; 6; 6; 3; 3; 4; 8.

Рішення:

1. Занесемо результати тестування в робочу таблицю й зробимо всі необхідні розрахунки:

$x_i$	$dx$	$y_i$	$dy$	$dx - dy$	$(dx - dy)^2$
150	1	9	1	0	0
140	2,5	6	3,5	-1	1
135	4	6	3,5	0,5	0,25
100	7	3	6,5	0,5	0,25
110	6	3	6,5	-0,5	0,25
115	5	4	5	0	0
140	2,5	8	2	0,5	0,25
				$\sum(dx - dy)=0$	$\sum(dx - dy)^2=2$

2. Підставимо отримані дані у формулу розрахунку рангового коефіцієнта кореляції:

$$r_{x,y}^S = 1 - \frac{6 \cdot \sum (dx_i - dy_i)^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$

$$r_{x,y}^S = 1 - \frac{6 \cdot 2}{7 \cdot (49 - 1)} = 1 - \frac{12}{336} \approx 1 - 0,03 \approx 0,97.$$

3. Визначимо число ступенів волі по формулі:

$k = n$ .

Тогда при  $k = 7$  и  $\beta = 99\%$   $r_{\text{табл.}} = 0,94$ .

Висновок :  $r_{x,y}^S = 0,97 > r_{\text{табл.}} = 0,94$  при  $k = 7$ , то із упевненістю в 99% можна говорити про те, що в даній групі досліджуваних тест станової динамометрії інформативний при оцінці рівня розвитку силових можливостей.

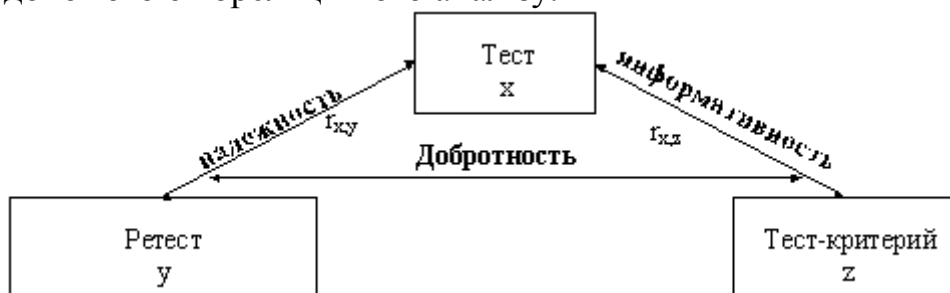
Розглядаючи даний приватний приклад, необхідно відзначити, що з інформативністю й надійністю тесту тісно зв'язане поняття про його розпізнавальну можливість - тім мінімальному розходженні між досліджуваними, котре діагностується за допомогою тесту. Розпізнавальна можливість тесту залежить від:

1. Межиндивідуальної варіації результатів, що у багатьох випадках (наприклад, межкласовая варіація) може бути підвищена за рахунок збільшення труднощі тесту.
2. Надійності (тобто співвідношення меж- і внутрішньіндивідуальної варіації) тесту й критерію.

Немає фіксованої величини інформативності тесту, після якої можна вважати тест придатним. Тут багато чого залежить від конкретної ситуації: бажаної точності прогнозу, необхідності одержати хоча б якісь додаткові відомості про спортсмена й т.п. Практично для діагностики використовуються тести, інформативність яких не менше 0,3. Для прогнозу, як правило, потрібна більше висока інформативність - не менш 0,6.

Інформативність батареї тестів, природно вище, ніж інформативність одного тесту. Нерідко буває так, що інформативність одного окремо взятого тесту занадто низка, щоб ним користуватися. Інформативність же батареї тестів, у яку він входить, може бути цілком достатня.

У практичній діяльності прийнято виділяти таке поняття як добротність тесту, що складається з його інформативності й надійності, певних за допомогою кореляційного аналізу.



Мал. Схема визначення добротності тестів.

При визначенні добротності тесту необхідно врахувати наступні положення:

1. Якщо тест інформативний і надійний, то він вважається добротним, при цьому береться менша величина впевненості
2. Якщо ж тест не відповідає хоча б одному із цих властивостей (тобто ненадійний, або неінформативний), то він вважається недобротним.

Приклад:

Для оцінки рівня розвитку швидкісних можливостей групи досліджуваних

був використаний показник часу опори (м/с) в 10-секундному бігу на місці на контактній платформі з високим підніманням стегна (теппинг-тест). Необхідно довести добротність даного тесту (X), зрівнявши його результати з результатами ретеста (Y) і тесту-критерію (Z), яким служить час перегони на 100 м, якщо дані вибірок такі:

$x_i$ , мс ~ 157; 126; 156; 126; 138; 125; 121; 130.

$y_i$ , мс ~ 154; 129; 160; 128; 132; 121; 124; 132.

$z_i$ , мс ~ 15,2; 14,1; 15,6; 14,3; 14,9; 14,2; 14,4; 15,0.

Рішення:

1. Занесемо результати тестування в робочу таблицю й виконаємо необхідні розрахунки:

$x_i$	dx	$y_i$	dy	dx-dy	$(dx-dy)^2$	$z_i$	dz	dx-dz	$(dx-dz)^2$
157	8	154	7	1	1	15,2	7	1	1
126	3,5	129	4	-0,5	0,25	14,1	1	2,5	6,25
156	7	160	8	-1	1	15,6	8	-1	1
126	3,5	128	3	0,5	0,25	14,3	3	0,5	0,25
138	6	132	5,5	0,5	0,25	14,9	5	1	1
125	2	121	1	1	1	14,2	2	0	0
121	1	124	2	-1	1	14,4	4	-3	9
130	5	132	5,5	-0,5	0,25	15,0	6	-1	1
				$\Sigma=0$	$\Sigma=5$			$\Sigma=0$	$\Sigma=19,5$

2. Визначимо надійність даного тесту за допомогою розрахунку рангового коефіцієнта кореляції між результатами тесту й ретеста:

$$r_{x,y}^S = 1 - \frac{6 \cdot 5}{8 \cdot (64 - 1)} = 1 - \frac{30}{504} \approx 1 - 0,06 \approx 0,94$$

Тоді при  $k = 8$  і  $b = 99\%$  табличне значення рангового коефіцієнта кореляції дорівнює 0,88.

3. Визначимо інформативність теппинг-тесту за допомогою розрахунку рангового коефіцієнта кореляції між даними тесту й тесту-критерію:

$$r_{x,z}^S = 1 - \frac{6 \cdot 19,5}{8 \cdot (64 - 1)} = 1 - \frac{117}{504} \approx 1 - 0,23 \approx 0,77$$

Значення рангового коефіцієнта кореляції з таблиці при  $k = 8$  і  $(\beta = 95\%)$  дорівнює 0,72.

### Питання для самостійної роботи

1. Вимоги до тестів.
2. Тести із заданим навантаженням та тести на максимальний результат.
3. Принципи визначення мети тестування.
4. Роз'яснити поняття надійності тесту. Похибки тестових випробувань.
5. Коефіцієнт надійності та його практичне визначення.
6. Загальна методика дисперсійного аналізу в обробці результатів тестових випробувань.
7. Методи підвищення надійності тестів.
8. Поняття стабільності тесту. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
9. Поняття узгодженості тесту. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.

### **Рекомендована література**

1. Аванесов В.С. Тесты в социологическом исследовании. – М., 1982. – 186 с.
2. Годик М. А. Спортивная метрология : учеб. для ин-тов физ. культуры / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 19 с.
3. Зациорский В.М. Задачи по спортивной метрологии. Надежность тестов / В.М. Зациорский, З.М. Баранова, Б.А. Сулаков. – М., 1980. – 29 с.
4. Карпман В.Л. и др. Тестирование в спортивной медицине. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
5. Клименко А.П. Практика тестирования. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 214 с.
6. Коренберг В.Б. Спортивна метрология / учебник / В.Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.
7. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.
- 8/Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського
- 9..<http://www.fina.org><http://len..org/>
- 10.<http://www.df.ua.org/>

## **Тема 2. Методи кількісної оцінки якісних показників.**

### **Основні поняття кваліметрії**

Кваліметрія - це наука про вимір і кількісну оцінку якості усіляких предметів і процесів, тобто об'єктів реального миру.

Кваліметрія є частиною качествоведения - комплексної науки про якість, складається із квалітології, тобто загальної теорії якості, кваліметрії й вчень про керування якістю, у якому розглядаються організаційні, економічні й інші методи й засоби впливу на якість об'єктів з метою підвищення їхньої здатності задовольняти існуючі й майбутні потреби людей.

Об'єктом кваліметрії може бути все, що являє собою щось цільне, що може бути вичленоване для вивчення, досліджене й пізнане. Предметом кваліметрії є оцінка якості в кількісному його вираженні.

Структура кваліметрії складається із трьох частин:

- 1 - загальна кваліметрія або загальна теорія кваліметрії, у якій розглядаються проблеми й питання, а також методи виміру й оцінювання якостей;
- 2 - спеціальні кваліметрії більших угруповань об'єктів, наприклад, кваліметрії продукції, процесів, послуг, соціального забезпечення, середовища перебування й т.д. аж до якості життя людей;
- 3-3- предметні кваліметрії окремих видів продукції, процесів і послуг,

такі як кваліметрія машинобудівної продукції, будівельних об'єктів, кваліметрія нафтопродуктів, праці, утворення й т.д.

Якість, у широкому змісті цього поняття, - об'єктивна й найбільше узагальнена характеристика будь-якого об'єкта.

Якість об'єкта споживання - це сукупна характеристика його властивостей, за допомогою яких можуть бути задоволені й звичайно задовольняються відповідні потреби людей. Таке подання про якість носить прикладний характер і тому є більше вузьким і специфічним. Існують і обмежені подання про якість, коли воно оцінюється не по всім, а по одному або по декількох найважливішим для людей

характеристикам об'єкта. Слід зазначити, що поняття про якість об'єкта споживання включені як об'єктивні властивості, так і суб'єктивні оцінки корисності об'єкта, призначеного для споживання або вже споживаного людьми.

### **Метод експертних оцінок**

Сутність методу експертних оцінок полягає в проведенні експертами інтуїтивно-логічного аналізу проблеми з кількісною оцінкою суджень і формальною обробкою результатів. Одержуване в результаті обробки узагальнена думка експертів приймається як рішення проблеми. Комплексне

використання інтуїції (неусвідомленого мислення), логічного мислення й кількісних оцінок з їхньою формальною обробкою дозволяє одержати ефективне рішення проблеми.

При виконанні своєї ролі в процесі керування експерти роблять дві основні функції: формують об'єкти (альтернативні ситуації, мети, рішення і т.п.) і роблять вимір їхніх характеристик (імовірності здійснення подій, коефіцієнти значимості цілей, переваги рішень і т.п.).

Формування об'єктів здійснюється експертами на основі логічного мислення й інтуїції. При цьому більшу роль грають знання й досвід експерта.

Вимір характеристик об'єктів жадає від експертів знання теорії вимірів.

Характерними рисами методу експертних оцінок як наукового інструмента рішення складних неформалізуемых проблем є, по-перше, науково обґрунтована організація проведення всіх етапів експертизи, забезпечуюча найбільшу ефективність роботи на кожному з етапів, і, в-других, застосування кількісних методів як при організації експертизи, так і при оцінці суджень експертів і формальній груповій обробці результатів. Ці дві особливості відрізняють метод експертних оцінок від звичайної давно відомої експертизи, широко застосовуваної в різних сферах

людської діяльності.

Експертні колективні оцінки широко використовувалися в державному

масштабі для рішення складних проблем керування народним господарством уже в перші роки Радянської влади. В 1918 році при Вищій раді народного господарства був створений Рада експертів, задачею якого було рішення найбільш складних проблем реорганізації народного господарства країни. При складанні п'ятирічних планів розвитку народного господарства країни систематично використовувалися експертні оцінки широкого кола фахівців.

У цей час у нашій країні й за рубезжем метод експертних оцінок широко застосовується для рішення важливих проблем різного характеру. В різних галузях, об'єднаннях і на підприємствах діють постійні або тимчасові експертні комісії, що формують рішення по різним складним неформалізуемым проблемам.

Вся множина погано формалізуемых проблем умовно можна розділити на два

класу. До першого класу ставляться проблеми, у відношенні яких є достатній інформаційний потенціал, що дозволяє успішно вирішувати ці проблеми. Основні труднощі в рішенні проблем першого класу при експертній оцінці полягають у реалізації існуючого інформаційного потенціалу шляхом підбора експертів, побудови раціональних процедур опитування

і застосування оптимальних методів обробки його результатів. При цьому методи

опитування й обробки ґрунтуються на використанні принципу «гарного» вимірника. Даний принцип означає, що виконуються наступні гіпотези:

1) експерт є сховищем великого об'єму раціонально обробленої інформації, і тому він може розглядатися як якісне джерело інформації;

2) групова думка експертів близько до щирого рішення проблеми.

Якщо ці гіпотези вірні, то для побудови процедур опитування й алгоритмів обробки можна використовувати результати теорії вимірів і математичної статистики.

До другого класу ставляться проблеми, у відношенні яких інформаційний потенціал знань недостатній для впевненості в справедливості зазначених гіпотез. При рішенні проблем із цього класу експертів уже не можна розглядати як «гарних вимірників». Тому необхідно дуже обережно проводити обробку результатів експертизи. Застосування методів осереднення,

справедливих для «гарних вимірників», у цьому випадку може привести до більшим помилкам. Наприклад, думка одного експерта, що сильно відрізняється від

думок інших експертів, може виявитися правильним. У зв'язку із цим для проблем другого класу в основному повинна застосовуватися якісна



обробка.

Область застосування методу експертних оцінок досить широка.

Перелічимо

типові задачі, розв'язувані методом експертних оцінок:

- 1) складання переліку можливих подій у різних областях за певний проміжок часу;
- 2) визначення найбільш імовірних інтервалів часу здійснення сукупності подій;
- 3) визначення цілей і задач керування з упорядкуванням їх по ступені важливості;
- 4) визначення альтернативних (варіантів рішення задачі з оцінкою їх переваги);
- 5) альтернативний розподіл ресурсів для рішення задач із оцінкою їх переваги;
- 6) альтернативні варіанти прийняття рішень у певній ситуації з оцінкою їхньої переваги.

Для рішення перерахованих типових задач у цей час застосовуються різні різновиди методу експертних оцінок. До основних видів ставляться: анкетування й інтерв'ювання; мозковий штурм; дискусія; нарада; оперативна гра; сценарій.

Кожний із цих видів експертного оцінювання має своїми перевагами й недоліками, що визначають раціональну область застосування. У багатьох випадках найбільший ефект дає комплексне застосування декількох видів експертизи.

Анкетування й сценарій припускають індивідуальну роботу експерта. Інтерв'ювання може здійснюватися як індивідуально, так і із групою експертів. Інші види експертизи припускають колективна участь експертів, у роботі. Незалежно від індивідуальної або групової участі експертів у роботі доцільно одержувати інформацію від множини експертів. Це дозволяє одержати на основі обробки даних більше достовірні результати, а також нову інформацію про залежність явищ, подій, фактів, суджень експертів, що не втримується в явному виді в висловленнях експертів.

При використанні методу експертних оцінок виникають свої проблеми. Основними з них є: підбор експертів, проведення опитування експертів, обробка результатів опитування, організація процедур експертизи.

### **Метод анкетування**

Анкета являє собою список питань, на які повинен відповісти опитуваний (респондент). Складанню анкети передують більша дослідницька робота, описана в працях по соціометрії, що має метою врахувати психологію респондента, угадати його реакцію на ту або іншу форму питання, ступінь його щирості й можливість сформулювати недвусмысленный відповідь. Сукупність відповідей повинна дати характеристику изучаемой проблеми.

Анкетування є розповсюдженим способом опитування в маркетингу. Його перевага полягає в тому, що в результаті обробки відповідей може бути отримана кількісна, статистична характеристика досліджуваного явища, виявлені й змодельовані причинно-наслідкові зв'язки.

Перелік можливих питань не піддається твердій регламентації. Кожний укладач, залежно від цілей, об'єкта дослідження й собствених можливостей, пропонує свої набір і формулювання питань. До пригаданій анархії існують певні правила й нормативи, впливати яким зобов'язаний кожний дослідник.

Анкета - це не просто список питань. Це досить тонкий і гнучкий інструмент. Вона вимагає ретельного пророблення. Все важко: типи й формулювання питань, їхня послідовність і кількість, коректність і уместність. На розробку грамотної анкети може піти від однієї до декількох тижнів роботи. Перед запуском дослідження необхідно провести пробне анкетування - «пілотаж», метою якого є доведення анкети до кінця, усунення помилок, неточностей, двозначностей і навідомих еліментів. Об'єм пілотажного дослідження зачіпає, як правило, 5% від передбачуваної чисельності респондентів.

Складання анкети - складний дослідницький процес, що включає постановку цілей, висунення гіпотез, формулювання питань, розробку вибірки, визначення способу анкетування й т.д. Анкетне опитування може бути здійснене в усній формі, тобто реєстратор сам заповнює бланк зі слів респондента (експедиційний спосіб). Інша форма - письмова (метод саморегистрації), коли респондент заповнює власноручно анкету, що розсилається поштою (кореспондентський спосіб). Недоліком цього (більше дешевого) методу є певний відсоток неправильно заповнених анкет. Крім того, частина анкет взагалі не вертається. Іноді навіть проводяться контрольні вибіркові обходи опитуваних. Метод анкетування застосовується також при організації панелей, роботі з торговельними кореспондентами. Анкети заповнюються експертами, фахівцями й т.д.

Звичайно анкета має форму таблиці з надрукованими питаннями й свободним місцем для відповіді (анкета може бути багатосторінковою). Традиційна схема включає три блоки:

- введення (ціль опитування, відомості про що опитують: назва, характеристика, адреса, гарантія анонімності опитування й довіристість відповідей);
- перелік питань, що характеризують предмет опитування (основна частина);
- відомості про опитувані (реквізитна частина, або паспортна).

У введенні (преамбулі) в короткій формі повідомляється про те, хто й навіщо проводить дослідження, про фірму, її репутацію й цілях, які переслідує дане обстеження. Було б непогано зробити акцент на тому, що відповіді респондентів будуть використані у їх же інтересах, і завірити в абсолютній анонімності опитування.

Введення дає інструкцію із заповнення анкети і її поверненню. Тут же виражається подяка за час, люб'язно приділене респондентом дослідникам. Якщо опитування проводиться поштою, введення може бути

написане у вигляді супровідного листа.

При розробці основної частини анкети варто звернути увагу на з-тримання питань, їхній тип, число, послідовність подання, наявність контрольних питань. Зміст питань повинне характеризувати предмет опитування. Але тут необхідно знайти розумний компроміс між бажанням зробити анкету максимально повною й реальною можливістю одержати отве-ты. Основну частину анкети можна умовно розділити на два блоки, іноді їх називають «риба» і «детектор».

«Риба» - це частина, що містить питання, заради яких, властиво го-вора, і затівалося дослідження.

«Детектор» складається з контрольних питань, покликаних перевірити уважність, серйозність і відвертість респондентів при заповненні анкети, а також порядність і професіоналізм інтерв'юерів. Тут можуть бути передбачені дублюючі питання, суперечливі позиції, після-довательность питань із відомими заздалегідь відповідями. Тільки у випадку пол-нейшого довіри між замовниками, дослідниками й інтерв'юерами й при відносній простоті й толерантності теми дослідження можна обійтися без «детектора». Вірним способом підвищити вірогідність дослідження яв-ляється включення в текст анкети прохання залишити контактний телефон. Як показує практика, на неї відгукується від 30 до 60% столичних респондентів і від 15 до 25% провінційних. А цього цілком достатньо для перевірки .

У реквізитній частині (паспортичке) приводиться інформація, що стосується респондентів: вік, підлога, приналежність до певного класу, рід занятій, родинний стан, ім'я й адреса - для приватних осіб, а для організацій: розмір, місце розташування, напрямок виробничо-господарської дея-тельности, положення респондента в організації, його ім'я. Крім того, необ-ходимо ідентифікувати сам запитальник, тобто дати йому назва, указати дату, час і місце проведення опитування, прізвище інтерв'юера.

Кількість питань повинне бути оптимальним, тобто забезпечиваючим повноту інформації, але не надмірним, що здорожує обстеження ( необхо-дим розумний компроміс). Питання повинні бути складені в тактовній формі, щоб не скривдити або не стривожити респондентів, не викликати млість-тивную реакцію з їх боку.

Питання анкети класифікуються по ступені волі, характеру отве-тов і формі питань. Вони підрозділяються на відкриті, коли відповідь дається у вільній формі, без обмежень, і закриті, коли пропонується перелік варіантів відповідей, з яких вибирається один або трохи («віяло» отве-тов). Часто ставляться альтернативні питання, на які відповідають: «так», «ні», «не знаю». Важливу роль в опитуванні грають питання про наміри й мені-нях, у відповідях на які допускається більший ступінь волі, чим у вопро-сах про факти й дії. Іноді задаються фільтруючі питання, що мають метою відітнути частину опитуваних. Наприклад, якщо на питання « чиє у Вас якийсь виріб?» - респондент відповідає «ні», те питання про оцінку його властивостей зайві. І нарешті, у будь-якій анкеті втримуються контрольні питання, використовувані для оцінки вірогідності відповідей. Формулювання питань -

трудомістка дослідницька робота, що вимагає високої кваліфікації й ерудиції, знання основ соціометрії. Це творча діяльність, не допускаюча механічного копіювання. Запитальник повинен бути вв'язаний із планом розробки анкети, макетами таблиць, варіантами моделей. У розробці анкет використовуються статистичні методи (угруповання, кореляційно-регресійний аналіз і т.д.).

Відкрите питання - питання анкети, за допомогою якого збирається первинна маркетингова інформація; він дає можливість опитуваному відповідати своїми словами, що дозволяє останньому почувати себе при відповіді досить вільно, приводити приклади. Відкриті питання часто даються на початку анкети для «розминки» респондентів. Однак варто мати на увазі, що вони складні для обробки.

Виділяються п'ять варіантів відкритих питань:

- просте відкрите питання («Що Ви думаєте о...?»);
- словесна асоціація;
- завершення пропозиції;
- завершення розповіді, малюнка;
- тематичний апперцепційний тест (опитуваному показують картинку й просять придумати розповідь про те, що, на його думку, на ній відбувається або може відбуватися).

У таких питаннях відсутня упередженість, прагнення нав'язати определенну відповідь. Однак відповіді на даний тип питань вимагають досить більших витрат часу, тому що звичайно викликають нові, додаткові во-проси. Крім того, отримані відповіді можуть бути інтерпретовані по-різному. Тому їх не часто використовують при анкетуванні.

Закрите питання - питання анкети, за допомогою якого збирається первинна маркетингова інформація; він включає всі можливі варіанти відповідей, з яких опитуваний вибирає свій. Існує три типи закритих питань:

- альтернативний (дихотомічний). Припускає відповідь типу «так» або «ні», третього не дано (просте, закрите, альтернативний питання). Альтернативні питання дуже прості в застосуванні. Їхня інтерпретація проста й однозначна;
- різноманітного вибору, наприклад: «Де Ви зберігаєте свої сбереження?», де існують наступні варіанти відповідей: «у банку»; «у страховій компанії»; «у будівельній компанії»; «удома», з яких можна вибрати (закреслити, залишити, обвести в кружок). Основним недоліком питань із різноманітним вибором є труднощі формулювання всіх можливих варіантів відповідей, характеристик або факторів;
- шкальне питання. Припускає наявність якої-небудь шкали: оцінної (відмінно, добре, задовільно, погано, жахливо); важливості (виключительное, важливе, середнє, невелике, незначне); шкали Лейкерта (абсолютно згодний, не впевнений, не згодний, неправда).

За формою питань виділяються дві групи: 1) про факти або дії; 2) про думки й наміри. Зокрема, до першого ставляться питання, характеризуючі зроблену покупку (її вид і розмір), наявності товару в користуванні

респондента, витрат на покупки, цін, по яких придбаний товар, і т.п. Дуже складно формулювати питання про наміри й думки покупців, які можуть і мінятися, і не бути жорстко сформульованими.

Важлива роль в анкеті приділяється так званим фільтруючої вопро-сам, які задаються, якщо частина питань ставиться не до всім опрашуваним. Наприклад: « чиЄ у Вас даний товар?» Якщо «ні», те « Собирає-Тесь чи Ви його здобувати?» Ясно, що друге питання й всі наступне пекло-ресуються лише тим, хто негативно відповів на перший.

Іноді вводяться так звані табличні питання - з'єднання раз-особистих питань, оформлення їх у вигляді таблиці.

Як ілюстрація на мал. 2.4 представлений макет анкети, ціль кото-рій - одержати інформацію від споживачів про ринок одягу.

Що стосується послідовності подання питань в анкеті, то не рекомендується починати запитальник з важких або персональних питань або з питань, не цікавих для респондентів; такі питання рекомендується ставити в середині або наприкінці анкети. Перше питання повинен зацікавити опитуваних. Бажано, щоб питання викладалися в певної логи-ческой послідовності, що дозволяє як можна повніше розглядати від-ділові теми. Перехід до наступної теми варто починати з деякої всту-пительной фрази. Запитальник не повинен містити питання, на які не за-хочуть відповідати, неможливо відповісти або не вимагають відповіді. Іноді можна по^лучити бажану інформацію за допомогою непрямих запитань. Так, замість того щоб поставити пряме запитання про доходи респондента, запитують, до якої соціальної групи він себе відносить (до високообеспеченному населення, обес-печеному, среднеобеспеченному, низкообеспеченному й т.п.).

Формулювання питань - складна й трудомістка робота, що вимагає ви-сокой кваліфікації, знання економіки, статистики й соціометрії, опреде-ленних літературних здатностей. Незважаючи на те що існують єдині принципи анкетування, неможливо механічно копіювати наявні зразки.

Особлива увага варто обертати на оформлення анкети, що ино-гда виявляються невдалим, незручним: значенневі блоки не відділені друг від друга, обраний шрифт, що читається погано, не передбачене місце для кодів і т.п. Якщо вчасно не звернути увагу на ці фактори, робота інтерв'юера, а за-тим кодировщика, оператора буде утруднена й може навіть привести до ошиб-кам.

Серйозною проблемою може виявитися розсилання/роздача анкет. Під час виставок-продажів, у залі магазину, на вулиці й т.п. анкети лунають всім же-гавкаючої із проханням заповнити їх на місці й повернути кожному йз службовців. По суті це випадкова, неповторная вибірка, характеристики якої будуть визначені після повернення анкет. Природно, ці анкети повинні вклю-чать мінімум питань і бути простими по змісту. Дуже часто анкети-рование проводять під час пробного маркетингу. Іноді анкета вкладається у вигляді відривного ярлика в яке-небудь популярне видання. Якщо ви маєте хо-рошие зв'язку з керівництвом якогось підприємства або установи, то воно мо-жет сприяти вам у поширенні анкети серед своїх працівників.

Широко використовуваний спосіб - розкладка анкет по поштових скриньках (можливо, за домовленістю з листоношею). Звичайно в цьому випадку применя-ється або механічна вибірка (наприклад, кожний десятий адресат), або ре-рийная (відбираються будинку, у яких здійснюється суцільна роздача анкет). У кожному разі треба передбачити можливість неповернення анкет (до 50% від загального числа). Повернення анкет поштою заздалегідь оплачується.

З огляду на, що розробка анкет - творча задача, її план складається заздалегідь і обговорюється, погоджується із загальними задачами й цілями маркетинго-вого дослідження. Наступна схема відбиває певну послідовник-ність дій у процесі анкетування (мал.2.5).

Витрати на анкетування досить високі. Так, по даним консал-тингової фірми Мскшзеу апй Сотрапу, ці витрати залежать від числа респон-дентів (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 Витрати на анкетування

Число респондентів Загальні витрати в середньому, дол.

усього розраховуючи на один респон-дента

30 чоловік 5000 167

50 "-"- 7000 140

100 "-"- 12 000 120

200 "-"- 20 000 100

500 "-"- 45 000 90

З фінансової точки зору більше ефективні більші масиви респон-дентів, і це підтверджує розрахунок витрат на один респондента.

### **Питання для самостійної роботи**

1. Загальна методика оцінки комплексу тестів.
2. Поняття про кваліметрію. Основні задачі кваліметрії.
3. Поняття про метод експертних оцінок.
4. Поняття про метод анкетування.
5. Загальні вимоги до технічних методів контролю. Склад вимірювальної системи.
6. Телеметричні методи збору інформації.
7. Технічні методи вимірювань координат та швидкостей.
8. Засоби вимірювання прискорень.
9. Технічні методи вимірювання силових навантажень.
10. Аппаратура для контролю стану спортсмена (загальна характеристика).

### **Рекомендована література**

1. Аванесов В.С. Тесты в социологическом исследовании. – М., 1982. – 186 с.
2. Годик М. А. Спортивная метрология : учеб. для ин-тов физ. культуры / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 19 с.
3. Зациорский В.М. Задачи по спортивной метрологии. Надежность тестов /

- В.М. Зациорский, З.М. Баранова, Б.А. Сулаков. – М., 1980. – 29 с.
4. Карпман В.Л. и др. Тестирование в спортивной медицине. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
5. Клименко А.П. Практика тестирования. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 214 с.
6. Коренберг В.Б. Спортивна метрологія / учебник / В.Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.
7. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.

#### Література.

- .Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. / Под ред. В.М.Зациорского.- М.: Физкультура и спорт, 1982.-256 с.
- 8.Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184 с.
- 9.Сайт кафедри фізичної культури та спорту МНУ ім. В.О.Сухомлинського.
- 10.<http://www.fina.org>
- 11.<http://len..org/>
- 12.<http://www.df.ua.org/>

### **Підсумкова тека після засвоєння теоретичного матеріалу.**

#### ***Питання до контрольних робіт***

1. Предмет і задачі спортивної метрології.
2. Сутність комплексного контролю.
3. Значення та зміст етапного контролю.
4. Значення та зміст поточного контролю.
5. Значення та зміст оперативного контролю.
6. Одиниці вимірювання фізичних величин.
7. Загальна характеристика міжнародної системи одиниць SI.
8. Шкали вимірювання та їх загальна характеристика.
9. Метрологічна характеристика номінальної шкали.
10. Метрологічна характеристика порядкової шкали.
11. Метрологічна характеристика інтервальної шкали.
12. Метрологічна характеристика шкали відношень.
13. Прямі та непрямі випробування.
14. Систематичні похибки вимірювань. Шляхи їх оцінки та усунення.
15. Стохастичні похибки вимірювань. Шляхи їх оцінки та мінімізації.
16. інструментальні похибки вимірювань. Шляхи їх оцінки та мінімізації.
17. Визначення тесту. Основне призначення тестів.
18. Вимоги до тестів.

19. Тести із заданим навантаженням та тести на максимальний результат.
20. Принципи визначення мети тестування.
21. Роз'яснити поняття надійності тесту. Похибки тестових випробувань.
22. Коефіцієнт надійності та його практичне визначення.
23. Загальна методика дисперсійного аналізу в обробці результатів тестових випробувань.
24. Методи підвищення надійності тестів.
25. Поняття стабільності тесту. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
26. Поняття узгодженості тесту. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
27. Поняття еквівалентності тестів. Методи оцінки. Шляхи забезпечення. Навести приклади.
28. Поняття інформативності тестів. Роз'яснити на прикладах.
29. Логічний метод обґрунтування інформативності.
30. Емпіричний метод обґрунтування інформативності за наявності єдиного вимірюваного критерію.
31. Емпіричний метод обґрунтування інформативності за відсутності єдиного вимірюваного критерію.
32. Задачі оцінювання.
33. Поняття критерію оцінювання.
34. Метрологічна характеристика стандартної шкали оцінювання.
35. Метрологічна характеристика перцентильної шкали оцінювання.
36. Метрологічна характеристика шкали обраних точок.
37. Нормативи. Різновиди нормативів в залежності від віку.
38. Різновиди нормативів в залежності від конституції тіла.
39. Загальна методика оцінки комплексу тестів.
40. Поняття про кваліметрію. Основні задачі кваліметрії.
41. Поняття про метод експертних оцінок.
42. Поняття про метод анкетування.
43. Загальні вимоги до технічних методів контролю. Склад вимірювальної системи.
44. Телеметричні методи збору інформації.
45. Технічні методи вимірювань координат та швидкостей.
46. Засоби вимірювання прискорень.
47. Технічні методи вимірювання силових навантажень.
48. Апаратура для контролю стану спортсмена (загальна характеристика).
49. Техніко-метрологічне забезпечення навчально-тренувального процесу.
50. Методологічні основи комплексного контролю.
51. Метрологічна характеристика Єдиної спортивної класифікації України.
52. Метрологічна характеристика Державної системи тестів та нормативів оцінки фізичної підготовленості населення України.



53. Метрологічні основи контролю за змагальною діяльністю. Зміст та направленість контролю.
54. Способи реєстрації змагальної діяльності.
55. Стенографування в спортивних іграх та єдиноборствах, техніко-естетичних, циклічних видах спорту.
56. Первинна обробка результатів реєстрації змагальної діяльності.
57. Контроль за технічною підготовленістю, об'ємом, різноманітністю, ефективністю техніки.
58. Контроль за технічною підготовленістю спортсмена.
59. Контроль за технічною об'ємом техніки.
60. Контроль за різноманітністю техніки.
61. Контроль за ефективністю техніки.
62. Визначення абсолютної, порівняльної, реалізаційної ефективності.
53. Різновиди оцінок ефективності, контроль засвоєння техніки.
64. інструментальні методи контролю технічної майстерності.
65. Відеореєстрація рухової діяльності та її значення в оцінці технічної майстерності.
66. Контроль за швидкісними якостями, часом реакції, швидкістю рухів.
67. Вимоги до швидкісних тестів.
68. Контроль за силовими якостями. Методи вимірювання максимальної сили.
69. Градієнт сили та його вимірювання.
70. імпульс сили та його вимірювання.
71. Безінструментальний контроль якості сили.
72. Якість силових тестів.
73. Контроль показників витривалості.
74. Контроль показників гнучкості.
75. Технічні засоби вимірювання гнучкості.
76. Контроль за спеціалізованістю навантаження.
77. Контроль за направленістю навантаження.
78. Контроль за координаційною складністю навантаження.
79. Контроль за величиною та інтенсивністю навантаження.
80. Навантаження змагальних вправ і методи їх контролю.
81. Зміст та організація етапного контролю.
82. Зміст та організація поточного контролю.
83. Зміст та організація оперативного контролю.
84. Комплексний контроль в масовому фізичному вихованні.
85. Прогнозування та відбір в спорті.
86. Прогнозування найвищих досягнень, спортивної перспективності.
87. Метрологічні основи відбору.
88. Метрологічне забезпечення в фізичному вихованні.

## КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ ВСТУП У МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ В ФВіС

### ***1. Що є предметом метрологічного контролю в ФВіС?***

1. Предметом метрологічного контролю в ФВіС є комплексний контроль у фізичному вихованні і спорі і використання його результатів у плануванні підготовки спортсменів і фізкультурників.
2. Предметом метрологічного контролю в ФВіС 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 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, які настають під час виконання фізичних вправ і зразу ж після їх завершення, називаються терміновим тренувальним ефектом.
2. Терміновим тренувальним ефектом називається готовність спортсмена виконати наступну вправу після короткого відпочинку.
3. Готовність спортсмена показати результат у наступній вправі кращий, ніж в попередній, характеризується терміновим тренувальним ефектом.

### ***6. Що ви розумієте під кумулятивним тренувальним ефектом?***

1. Високі показники в тестуванні після тривалого терміну тренування характеризується кумулятивним тренувальним ефектом.
2. Ті зміни в організмі, що відбуваються в результаті сумачії слідів багатьох тренувальних занять, називається 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;
2. Побудова і аналіз динаміки характеристик навантаження на етапі підготовки; вимірювання і оцінка показників в спеціально організованих умовах у кінці етапу підготовки.
3. Аналіз змагальної діяльності в офіційних змаганнях; тестування підготовленості спортсмена зразу 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 зразу або після поточного змагання; цілеспрямований збір інформації перед змаганнями і в їх процесі;
2. Вимірювання і оцінка показників на змаганнях, які завершують мікроцикл тренування;
3. Побудова і аналіз динаміки характеристик навантаження

**КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ  
ОСНОВИ МЕТРОЛОГІ**

***1. Що ви розумієте під метрологічним забезпеченням вимірювання?***

1. Метрологічне забезпечення вимірювань – це застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності та точності вимірів.

2. Метрологічне забезпечення вимірювань – це комплекс науково-технічних і організаційно-технічних заходів, а також відповідна діяльність установ і фахівців, яка спрямована на забезпечення єдності і точності вимірів.

3. Метрологічне забезпечення вимірювань – це вимірювання будь-яких показників у фізичному вихованні і спорті на основі затверджених стандартних правил.

***2. В якому році була прийнята Міжнародна система одиниць СІ?***

1. В 1956 р.
2. В 1960 р.
3. В 1964 р.
4. В 1971 р.

**3. 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, грам, секунда, вольт, кельвін, кандела.
4. Метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль, кандела.

**4. Коли була розроблена метрична (десяткова) система мір?**

1. В період Великої французької революції.
2. В період Пешої світової війни.
3. В період Другої світової війни.

**5. 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 пікала, прогресивна шкала, регресивна шкала.

**6. Що ви розумієте під прямим вимірюванням?**

1. Пряме вимірювання – таке вимірювання, коли величини знаходиться безпосередньо з практичних даних.
2. Пряме вимірювання – це вимірювання з врахуванням вимог щодо вимірювальних приладів.
3. Пряме вимірювання – це вимірювання за допомогою приладу, який показує відповідний результат.

**7. Які ви знаєте похибки при вимірюванні?**

1. Основна, додаткова, абсолютна, систематична, випадкова.
2. Абсолютна, звичайна, відносна, додаткова, систематична.

**КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ  
ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

**1. Що таке тарирування?**

1. Тарируванням називається перевірка приладів з метою визначення їх ефективності під час вимірювання.
2. Тарируванням називається перевірка показань вимірювальних приладів шляхом порівняння з показниками зразкових значень мір (еталонів) у всьому діапазоні можливих значень вимірювальної величини.

**2. Що таке калібрування?**

1. Калібруванням називається визначення похибки або поправки для сукупності мір (наприклад, для набору динамометрів).
2. Калібруванням називається визначення термінів дії того чи іншого вимірювального приладу.

**КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ  
ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕСТІВ**

**1. Що таке тест?**

1. Тест – це вимірювання або випробовування, яке проводиться для визначення стану або здібностей спортсмена.

2. Тест – це процедура визначення готовності спортсмена до змагальних випробовувань.

3. Тест – це завчасно регламентований спосіб визначення рівня підготовленості спортсмена.

## **2. *Вкажіть, які основні вимоги повинні відповідати тестам?***

1. Повинна бути визначена мета вимірювання або випробовування; процедура тесту повинна бути стандартною, повинна бути розроблена система оцінок, визначена надійність тесту; визначена інформативність тесту.

2. Повніша бути визначена тривалість тесту; повинні бути визначені спортсмени, що будуть брати участь в тестуванні; повинна бути затверджена апаратура для фіксації результатів тесту; визначена надійність тесту; визначена практична значущість тесту.

## **3. *Що таке тестування?***

1. Тестування – це механізм визначення послідовності дій всіх учасників тестового випробовування.

2. Тестування – це процедура виконання тесту.

3. Тестування – це завчасно спрямований спосіб отримання результатів тесту.

## **4. *Які тести відносяться до рухових тестів?***

Рухові тести – це випробовування, основою яких є виконання фізичних вправ з максимальною інтенсивністю.

Рухові тести – це тести, в основу яких покладено виконання фізичних вправ на основі чітко сформульованих рухових навичок.

Рухові тести – це тести, в основу яких покладено рухове завдання

## **5. *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.

## **6. *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.

## **7. *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.

### **8. 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.

### **9. 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 результат на основі аналізу тестової вправи.

## **КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ ОСНОВИ ТЕОРІЇ ОЦІНОК**

### **1. 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.

### **2. 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.

### **3. 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 – за один і той самий приріст результатів нараховуються по мірі зростання результатів все менше очок.

**4. 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.

**5. 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.

**6. Що таке норми у метрологічному контролі?**

1. Норми у метрологічному контролі – це гранична величина результату, яка є основою для віднесення спортсмена до тієї чи іншої групи.

2. Норми у метрологічному контролі – це порівняння показаного результату з необхідним для даної категорії спортсменів.

## КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ ОСНОВИ ТЕОРІЇ ОЦІНОК

### МЕТОДИ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ

**1. Які показники називаються якісними?**

1. Якісні показники – це показники, які не мають визначення одиниць вимірювання.

2. Якісні показники – це показники, які вимірюються в балах.

3. Якісні показники – це показники, за допомогою яких визначається співвідношення якості.

**2. Охарактеризуйте поняття кваліметрії.**

1. Кваліметрія – це наука, що вивчає і розробляє кількісні методи оцінки якості.

2. Кваліметрія – це наука про вимірювання і кількісну оцінку показників, які вимірюються в балах.

### **3. На яких положеннях базуються методи кваліметрії?**

1. Методи кваліметрії базуються на таких положеннях: повинна бути попередньо розроблена система вимірювання якості; повинні виражатись *ті* якості, які можуть бути вимірними; кожна якість визначається двома числами: відносним показником (к) і вагомістю (м); сума вагомості на кожному рівні дорівнює одиниці (або 100%)

2. Методи кваліметрії базуються на таких положеннях: – будь-яку якість можна виміряти; якість залежить від різних властивостей, які утворюють "дерево якості"; кожна якість визначається двома числами: відносними (к) і вагомістю (м); сума вагомості на кожному рівні дорівнює одиниці.

### **4. Що таке відносний показник?**

1. \. Відносний показник – це відношення найбільш вагомого елемента в певній якості до всіх інших елементів.

2. Відносний показник – це виявлений рівень якості, що вимірюється у % від її максимально можливого рівня.

### **5. Що таке вагомість?**

1. Вагомість – це порівнювальна вагомість різних показників.

2. Вагомість – це характеристика найбільш цінного елемента певної якості.

3. Вагомість – це визначення головного елемента з певної якості.

### **6. Які є методичні прийоми кваліметрії?**

1. Методичні прийоми кваліметрії поділяються на три групи – інструментальні; логічні; механічні.

2. Методичні прийоми кваліметрії поділяються на дві групи – евристичні (інтуїтивні); інструментальні.

### **7. Що таке експертиза?**

1. Експертиза – це відношення експертів до певної події шляхом встановлення оцінок.

2. Експертиза – це оцінка якості експертами, які є компетентними в певній галузі.

3. Експертиза – це оцінка якості показників шляхом з'ясування думок експертів.

### **8. Що таке анкета?**

1. Анкета – це перелік запитань з певної проблеми.

2. Анкета – це лист з запитаннями, на які необхідно дати письмові відповіді.

3. Анкета – це затверджений документ з метою вивчення думок з певної проблеми.



### ***9. Хто такий респондент?***

1. Респондент – це людина, яка проводить анкетування.
2. Респондент – це людина, відповідальна за проведення експертизи.
3. Респондент – це людина, яка заповнює анкету.

### ***10. Мета й задачі навчальної дисципліни «Спортивна метрологія».***

1. Навчальна дисципліна покликана формувати систему знань і вмінь в обробці результатів метрологічних вимірів у практиці спорту.
2. Навчальна дисципліна покликана надати допомогу студентам в освоєнні основ знань, методів і засобів вимірів параметрів рухової функції людини.
3. Навчальна дисципліна покликана сприяти кількісній оцінці результатів різних вимірів.
- 1.4. Навчальна дисципліна покликана вирішувати питання керування соревновательной діяльністю спортсмена.

### ***11. Область використання даних метрологічного контролю.***

1. Дані метрологічного контролю служать підставою для характеристики стану що займаються.
2. Дані метрологічного контролю є необхідною умовою спортивної спеціалізації.
3. Дані метрологічного контролю є результат наукового пошуку тренера- викладача.
4. Дані метрологічного контролю використовуються при плануванні й керуванні процесом спортивного вдосконалювання спортсменів.
5. Дані метрологічного контролю служать підставою для збору інформації про вплив занять спортом на що займаються.

### ***12. Що забезпечує метрологічні виміри в спорті?***

1. Розроблена система засобів і методів вимірів.
2. Метрологічна служба.

3. Сукупність знань про метрологічні виміри.
4. Уміння статистично обробляти дані метрологічних вимірів.
5. Науковою основою забезпечення метрологічних досліджень є методи вимірів, а організаційної - метрологічна служба.

**13. Назвіть основні шкали угруповання даних метрологічних досліджень.**

**1. Шкали відносин.**

2. Шкала порядку, шкала інтервалів.
3. Шкала найменувань, шкала порядку, шкала інтервалів
4. Шкала відносин, шкала інтервалів, шкала порядку, шкала найменувань.
5. Різні шкали міжнародної системи одиниць.

**14. Назвіть помилки вимірів.**

1. Систематичні, випадкові, абсолютні й відносні.
2. Систематичні, абсолютні й відносні.
3. Відносні й абсолютні.
4. Випадкові, абсолютні й відносні.
5. Систематичні, відносні.

**15. Що таке тест?**

1. набір контрольних вправ для оцінки стану спортсмена.
2. **Вимір або випробування, проведене для визначення стану або здатностей спортсмена.**
3. Комплекс вправ для оцінки здатностей спортсмена.
4. Розроблена система контролю за станом спортсмена.
5. певні практикою контрольні вправи для використання як контроль і оцінки підготовленості спортсмена.

**16. Поняття «оцінка» і її практичне застосування в практиці спорту.**

1. Кількісна міра виконання контрольного завдання.

2. Сукупність балів за виконання того або іншого завдання.
3. Уніфікована міра успіху при виконанні якого-небудь завдання.
4. Розроблена система контролю за ходом учбово-тренувального процесу.
5. Умовна сума балів, що може бути мірою визначення досягнень у спорті.

**17. Які різновиди норм оцінок стану спортсменів?**

1. Порівняльні.
2. Індивідуальні, порівняльні, належні.
3. Належні й порівняльні.
4. Індивідуальні, належні.
5. Порівняльні, індивідуальні.

**18. Назвіть основні показники контролю за рівнем статури й станом тіла спортсмена.**

1. Ріст і маса тіла.
2. Об'єм тіла й кінцівок, довжина тіла й кінцівок.
3. Щільність тіла, величини навантажень по об'єму й інтенсивності, максимальне споживання кисню, величини біохімічних вимірів і т.д.
4. Довжина тіла й кінцівок, показники психологічних вимірів, % жирового прошарку й ін.
5. Довжина тіла, маса тіла, об'єм, маса тіла, % жирового прошарку, об'єм жиру, довжини кінцівок і т.д.

**19. Перелічите основні критерії контролю за фізичним станом спортсмена.**

1. Виміру відповідних показників, що характеризують розвиток силових, швидкісних якостей, витривалості, гнучкості й спритності спортсмена.

2. Вимір тільки технологи якостей, які властиві спортивної спеціалізації.
3. Вимір якостей і властивостей статури.
4. Вимір показників і їхнього динаміка, що відбивають стан тренуваності спортсмена.
5. Вимір відповідних показників технічної й тактичної підготовленості спортсмена.

***20. Назвіть основні критерії контролю за швидкісними, силовими якостями спортсмена.***

1. Методика виміру повинна відповідати вимогам до її проведення.
2. Набір тестів повинен всебічно відбивати силову й швидкісну підготовленість людини.
3. Методика виміру окремих показників швидкості й сили повинна адекватно відбивати досліджуваний показник.
4. Розробляючи методику контролю, необхідно враховувати етап сореєновательной діяльності спортсмена.
5. Комплекс контрольних вправ повинен відповідати методиці їхнього проведення

***21 .Назвіть основні вимоги до контролю за витривалістю, спритністю, гнучкістю спортсмена.***

1. Спортивна діяльність вимагає періодичного контролю за названими якостями.
2. Названі якості є основними в спортивній діяльності і їх необхідно контролювати.
3. Контроль повинен бути систематичним і відбивати технічну підготовленість спортсмена.
4. Прояву названих якостей різноманітні й залежать від виду спортивної діяльності.
5. Технічна й тактична підготовленість визначають методику контролю названих якостей.

**22. Які методи контролю за соревновательною діяльністю спортсмена?**

1. Різні методики, що відбивають хід тренувального процесу.
2. Систематичний запис соревновательних дій з наступним аналізом.
3. Експертна оцінка якості виконання рухових дій, відеозапис; вимір параметрів дії; реєстрація біохімічних і біологічних показників за допомогою різних методик.
4. Візуальне спостереження за технікою соревновательних дій.
5. Інструментальний контроль біохімічних особливостей соревновательних дій.

**23. Які інформативні характеристики контролю тренувальних і соревновательних навантажень спортсмена?**

1. Складність, величина.
2. Специалізованість, складність, спрямованість, величина.
3. Величина, спрямованість, об'єм.
4. Об'єм, інтенсивність, складність.
5. Інтенсивність, об'єм, спрямованість.

**24. Які методи контролю за технічною й тактичною підготовленістю спортсмена?**

1. Інструментальний, експертна оцінка, відеозапис.
2. Візуальний, реєстрація біохімічних реакцій.
3. Візуальний і інструментальний.
4. Реєстрація біомеханічних показників.
5. Реєстрація біологічних показників.

**25. Назвіть критерії прогнозування в спорті.**

1. Удосконалювання методик тренування.
2. Прогнозування обдарованості майбутніх спортсменів.
3. Удосконалювання відбору для занять спортом.

4. Спортивна обдарованість, розвиток методики тренування, вищі досягнення.
5. Розвиток вищих досягнень.

### **РОЗДІЛ III. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

#### **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

Практичне №1

Тема. **«Контроль за технікою фізичних вправ»**

#### ***Рекомендована література***

1. Бубз Х., Фзн Г., Трогаш Х. Тесты в спортивной практико.(Пер. с нем.) М.:ФиС, 1968.
2. Азгальдов Г.Г., Райхмон З.Г. О квалиметрии. М.:Изд. стандартов.- 1973.
3. Смирнов Ю.И. Методические основы спортивной метрологии. Теор. й практ. ФК. 1980 N4 с.47-49.
4. Годик М.А. Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ.культ. – М.: Физкультура и спорт,

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- характеристики вимірювання в системі СИ;
- Основи теорії вимірів у фізичному вихованні;
- вивчати щоб знати, як використовувати
- маркірування поля відеозйомки

## ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру у фізичному вихованні та спорті;

проводити відео зйомку техніки фізичної вправи стрибка в довжину з місця.

### **ЗАДАЧА 1. «Методика розмітки поля для відео зйомки техніки фізичних вправ»**

#### **Завдання:**

1. Виконати маркірування поля відеозйомки (мал. 1).
2. Особливості відео зйомки техніки фізичної вправи стрибка в довжину з місця.

#### **П о я с н е н н я:**

Наносимо розмітку поля відео зйомки. Встановити апаратуру для відео зйомки на відстані 5 метрів до об'єкта на висоті 1.50 см., під кутом 90 градусів.

Для кількісного біомеханічного аналізу сьогодні використовуються цифрові відеокамери. Комп'ютерна програма «Вертуал Дуб» дозволяє відтворювати по кадрове відео зображення в терміні часу, а також роздрукувати вибрані кадри і зчитувати координат точок біоланок об'єкта по виготовленій логотипу, а потім будувати відеограми в програмі «Ексель».

Для порівняльного аналізу в якості моделі опорно-рухового апарату людини використовується ретести, або моделі кваліфікованих спортсменів. Програмне забезпечення дозволяє розраховувати кінематичні характеристики.

Методика виконання відеозйомки показана на схемі. Виконання відеозйомки мал. 1.

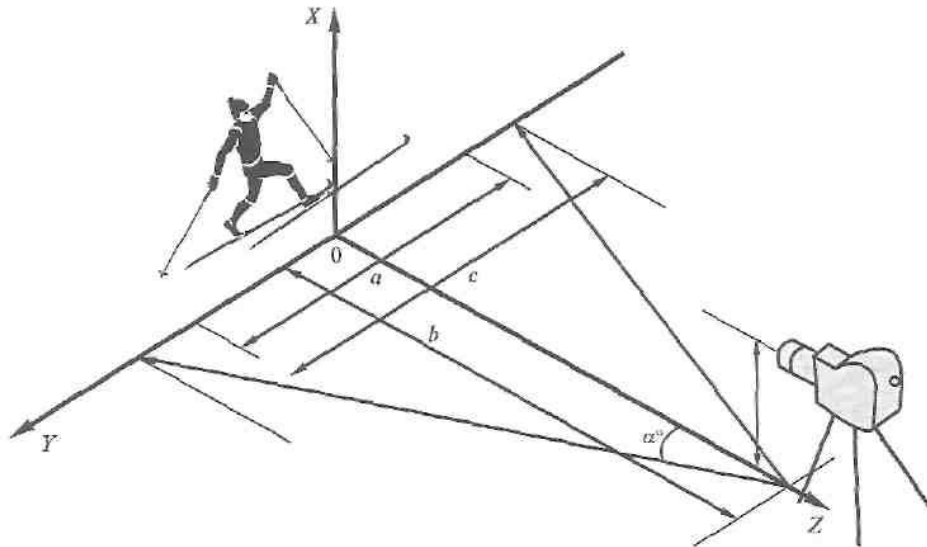


Рис. 5.18. Умови відеозйомки

Оволодіння методикою відео зйомки дозволяє зробити висновок, що безконтактні оптико-електронні методи відеокомп'ютерного аналізу мають найбільші перспективи щодо

- втілення у теорію та практику біомеханіки рухів людини;
- отримання об'єктивної кількісної інформації про рухову діяльність;
- ефективного управління руховою структурою складно координаційних вправ у спортсменів вищих розрядів;
- визначення нових педагогічних засобів в управлінні рухами.

### Контрольні питання

1. Для чого будується біокінематична схема фізичної вправи?
2. Які основні вимоги методики побудови біокінематичної схеми за кінограмою?
3. Як визначити масштаб зображення?
4. Які помилки можливі при побудові біокінематичної схеми?
5. Яка послідовність роботи при складанні біокінематичної схеми за кіноплівкою, за кінограмою?
6. Що таке моменти часу, тривалість руху, темп та ритм руху?

### ЗАДАЧА 2.

Визначити в одиницях СИ:

- а) потужність (N) електричного струму, якщо його напруга  $U=1\text{кВ}$ , сила  $I=500\text{ м}$ ;
- б) середню швидкість (V) об'єкта, якщо за час  $t=500\text{ мс}$  їм пройдена відстань  $S=10\text{ див}$ ;
- в) силу струму (I), що протікає в провіднику з опором  $20\text{ кОм}$ , якщо до нього прикладена напруга  $100\text{ мВ}$ .

Рішення:



$$N=U \cdot I;$$

$$N =$$

$$V=S/t;$$

$$V =$$

$$I=U/R;$$

$$I =$$

**Висновок:**

### **Контрольні питання**

1. Предмет і задачі спортивної метрології.
2. Поняття про вимір і одиниці виміру.
3. Шкали вимірів.
4. Основні, додаткові, похідні одиниці СИ.

*Тестові завдання для самоконтролю знань*

**1. Наукою про вимірювання і контроль у фізичному вихованні та спорті називають:**

- а) гносеологію;
- б) спортивну метрометрію;
- в) спортивну метрологію;
- г) динамічну морфологію.

**2. Предметом спортивної метрології є:**

- а) обґрунтування взаємодії спортсмена з опорою;
- б) комплексний контроль у фізичному вихованні та спорті;
- в) регламентація діяльності тих, хто займається;
- г) тренування та змагання.

**3. Основними елементами процесу вимірювань є:**

- а) рухові якості;
- б) психомоторні здібності;
- в) об'єкт, суб'єкт, метод та засіб вимірювання;
- г) вимірювальні прилади.

**4. Міжнародна система одиниць позначається:**

- а) SI;
- б) GI;
- в) DI;
- г) CI.

**5. Міжнародна система стандартизованих одиниць включає:**

- а) динамічні та кінематичні величини;
- б) основні, додаткові та похідні величини;
- в) антропометричні та фізичні величини;
- г) моторні та біохімічні величини.

**6. Вимірювальні шкали у системі фізичного виховання та спорту представлені:**

- а) стандартними шкалами;
- б) шкалами найменувань, порядку, інтервалів та відношень;
- в) перцентильними шкалами;
- г) пропорційними шкалами.

**7. В системі спортивних вимірів метричними шкалами є:**

- а) шкала найменувань та відношень;
- б) шкала інтервалів;
- в) шкали порядку та інтервалів;
- г) шкали інтервалів та відношень.

**8. Наявністю природного нульового рівня характеризується шкала:**

- а) шкала найменувань та відношень;
- б) шкали порядку;
- в) шкала інтервалів;
- г) шкали відношень.

**Практичне заняття № 2.**

**Тема: МЕТОДИ МАТИМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В СПОРТИ**

**Рекомендована література**

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. – М.: Знание, 1978. – 247 с.
2. Гласе Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.
3. Зацюрский В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: ФиС, 1969.
4. Иванов А.А. Основы математической статистики. – М., 1991. – 237 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.
7. Смирнов Ю.И. Спортивная наука и стандарты // Теория и практика физ. культуры. – 1977. – № 11. – С. 38– 48.
8. Сутула В.А. Лабораторный практикум по спортивной метрологии. – Х.: Основа, 1994.

**Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання

і застосувати їх на практиці.

### 1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### ЗНАТИ:

- Систему ранжування одиниць виміру;
- Числові та буквені позначенні;
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

#### ВМІТИ:

- складати математичну систему і варіаційний ряд одиниць виміру

#### **Завдання. Скласти варіаційний ряд**

Група чисел, поєднана якою-небудь ознакою, називається *сукупністю*. Первинний статистичний спортивний матеріал являє собою групу розрізнених чисел, що не дають тренерові подання про суть явища або процесу. Завдання полягає в тім, щоб перетворити цю сукупність у систему й скористатися її показниками для одержання необхідної інформації.

- Складання варіаційного ряду саме і являє собою формування певної математичної системи.
- Розглянемо це на конкретному прикладі.
- Приклад 2. В 34 спортсменів-лижників зареєстрований такий час відновлення пульсу після проходження дистанції (у секундах):

81	78	84	90	78;
74	84	85	81	84;
79	84	74	84	84;
85	81	84	78	81;
74	84	81	84	85;
81	78	81	81	84;
84	84	78	81	

- Як видно, дана група цифр не несе ніякої інформації.
- Для складання варіаційного ряду спочатку робимо операцію *ранжирування* — розташування чисел у порядку зростання або убутання. Наприклад, у порядку зростання ранжирування приводить до наступного;

74	74	74	74;	
----	----	----	-----	--

78	78	78	78;	78;	78;			
81	81	81	81;	81;	81;	81;	81;	81;
84	84	84	84;	84;	84;	84;	84;	84;
85	85	85						

90.

У порядку убунання ранжирування приводить до такої групи чисел:

90							
85	85	85					
84	84	84	84;	84;	84;	84;	84;
81	81	81	81;	81;	81;	81;	81;
78	78	78	78;	78;	78;		
74	74	74	74.				

Після проведення ранжирування стає очевидної нераціональна форма запису даної групи чисел - ті самі числа повторюються багаторазово. Тому виникає природна думка перетворити запис таким чином, щоб указати, яке число скільки разів повторюється. Наприклад, з огляду на ранжирування в порядку зростання;

- 74-4;
- 78-6;
- 81-9;
- 84-11;
- 85-3;
- 90-1;

Тут, ліворуч записане число, що вказує час відновлення пульсу спортсмена, праворуч - число повторень цього показання в даній групі з 34 спортсменів.

- Відповідно до наведеного вище поняттями про математичні символи розглянуту групу вимірів позначимо якою-небудь буквою, наприклад  $x$ . З огляду на зростаючий порядок чисел у даній групі:  $x_1$  — 74 з;  $x_2$  —

78 з;  $x_3$  — 81 з;  $x_4$  — 84 з;  $x_5$  — 85 з;  $x_6$  -  $x''$  - 90 з, кожне розглянуте число можна позначити символом  $x_i$ .

- Обозначим число повторень розглянутих вимірів буквою  $n$ . Тоді:  $n_1=1$ ;  $n_2=6$ ;  $n_3=9$ ;  $n_4=11$ ;  $n_5=3$ ;  $n_6=n''=1$ , а кожне число повторень можна позначити як  $n_i$ .
- Загальне число проведених вимірів, як треба з умови приклада, є 34. Це означає, що сума всіх  $n_i$  дорівнює 34. Або в символічному вираженні:
  - $\sum n_i = 34$
- Позначимо цю суму однією буквою —  $n$ . Тоді вихідні дані розглянутого приклада можна записати в такому виді (табл. 1).
- Отримана група чисел є перетворений ряд хаотично неуважних показань, отриманих тренером на початку роботи.

$x_i$	$n_i$
74	4
78	6
81	9
84	11
85	3
90	1
	$n=34$

- Така група являє собою певну систему, параметри якої характеризують проведені виміри.
- Числа, що представляють собою результати вимірів називають варіантами;  $n_i$  — числа їхніх повторень - називаються частотами;  $n$  - сума всіх частот - є обсяг сукупності.
- Вся отримана система називається варіаційним рядом. Іноді ці ряди називаються емпіричними або статистичними.
- Неважко помітити, що можливо окремий випадок варіаційного ряду, коли всі частоти дорівнюють одиниці  $n_i=1$ , тобто кожний вимір у даній групі чисел зустрівся тільки один раз.
- Отриманий варіаційний ряд, як і всякий іншої, можна представити графічно. Для побудови графіка отриманого ряду, необхідно насамперед умовитися про масштаб на горизонтальній і вертикальній осі.

Зважена середня являє собою величину, що враховує частоти (ваги) варіантів. Вона обчислюється в такий спосіб:

1. Кожний варіант ( $x_i$ ) треба помножити на свою частоту ( $n_i$ ), т. е. ( $x_i \cdot n_i$ ).

2. Отримані добутки ( $x_i \cdot n_i$ ) необхідно скласти від першого до останнього показання.

Контрольні питання.

1. Провести вимірювання частоти серцевих скорочень на тренувальному занятті в групі
2. Навести премірники варіаційних рядків з різних видів спорту.
3. Скласти варіаційний рядок з результатів вимірів у своєму віді спорту.
4. Розрахувати  $\bar{x}$ -середнє для групи.

### **Практичне заняття № 3.**

Тема: Виміри показників точного значення станової сили

#### **Рекомендована література**

1. Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК, 1999.- 50 с.
2. Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке /В.А. Запорожанов.- Киев:Здоровья, 1988.-205с.
3. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В.В.Иванов.-М.: Физкультура и спорт, 1987.-256с.
4. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.
5. Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184

#### **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

ЗНАТИ:

- Методику вимірування станової сили динамометром;
- Потужність шкали виміру  $F_{\text{взм}} = 140 \text{ кг}$ ;
- вивчати методику щоб знати, знати щоб діяти.
- Знати методику маркерування частини тіла спортсмена

### ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру становим динамометром;
- вміти наносити позначки маркеру на вивчаємі частини тіла.

### **Завдання:** Знайти точне значення станової сили

#### ЗАДАЧА 1.

Знайти точне значення станової сили, якщо показання станового динамометра дорівнює  $F_{\text{взм}} = 140 \text{ кг}$ , абсолютна погрішність становить

$$\Delta F = \pm 3 \text{ кг}.$$

*Рішення:*

$$F_{\text{взм}} - \Delta F < F_{\text{точн}} < F_{\text{взм}} + \Delta F$$

*Висновок:*

### **Контрольні питання**

1. Поняття про точність вимірів і погрішності.
2. Види погрішностей (абсолютна, відносна, систематична й випадкова).
3. Методика вимірювання становим динамометром.
4. Що таке абсолютна погрішність.
5. Прилади що вимірюють силові показники.

**Задача 2. Методика проведення маркерування тіла спортсмена та відео зйомка техніки фізичних вправ.**

**Знати** методику маркетування тіла спортсмена для відео аналізу техніки.

**Вміти** макетувати частини тіла спортсмена та на комп'ютері проводити

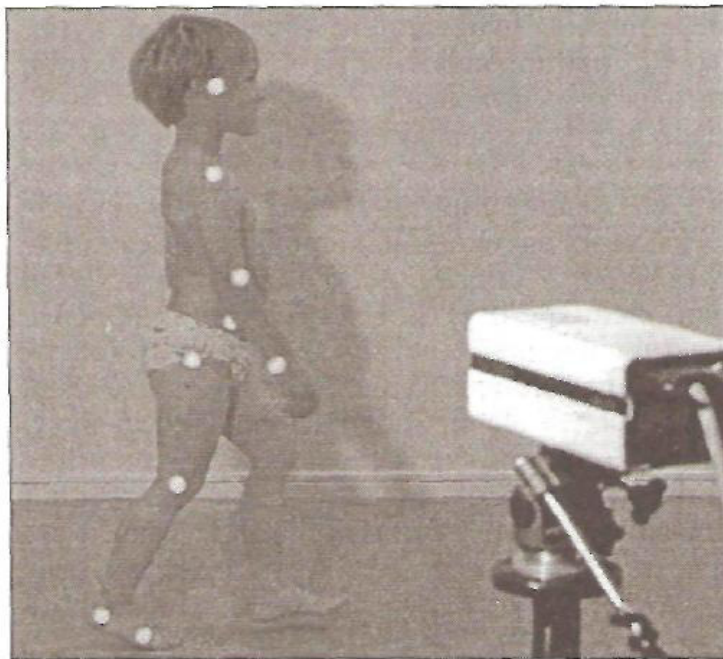
аналіз техніки.

### **З а в д а н н я:**

1. Розмітити поле відеозйомки для стрибка у довжину з місця.
2. Нанести маркери на об'єкт зйомки для визначення проекції суглобів.
3. Виконати відео зйомку техніки фізичної вправи стрибка в довжину з місця та внести її в комп'ютер.

### **П о я с н е н н я.**

1. Закріпити маркери на місцях з'єднань кінематичних пар руки та ноги, для визначення проекцій суглобів.
2. Встановити відео камеру на штатив і приладнати для відео зйомки (мал.2)
3. Виконати відео зйомку техніки стрибка у довжину з місця.
4. Перенести матеріал зйомки у комп'ютер і переглянути результати відео зйомки.



Мал. 2. Загальний вигляд досліджуваного зі спеціальними світловідбивачами-маркерами, закріпленими на суглобах тіла.

Наносимо маркери частин тіла мал.2 по яким фіксуємо траєкторії переміщення біоланок за допомогою спеціальних світловідбивачів-маркерів, або світлодіодів закріплених на суглобах людини, це дозволяє відстежувати переміщення біоланок тіла людини в одно площинній дії,

Для кількісного біомеханічного аналізу сьогодні використовуються цифрові відео камери. В подальшому комп'ютерна програма «Вертуал Дуб» дозволяє відтворювати покадрове відео зображення в терміні часу, а також



роздрукувати вибрані кадри і зчитувати координат точок біоланок об'єкта по виготовленій логограмі ", а потім будувати відеограми в програмі «Ексель».

Для порівняльного аналізу в якості моделі опорно-рухового апарату людини використовується ретести, або моделі кваліфікованих спортсменів. Програмне забезпечення дозволяє розраховувати кінематичні характеристики.



Мал 3. Відео стрибка у довжину з місця.

#### **Контрольні питання**

1. Що таке моменти часу, тривалість руху, темп та ритм руху?
  2. Що таке хронограма фізичної вправи?
  3. Яка послідовність побудови лінійних та колових хронограм?
  4. Яке значення має дослідження часових характеристик руху для вивчення спортивної техніки?
  5. Що таке траєкторія, переміщення, шлях?
  6. Для чого вивчаються траєкторії руху точок тіла спортсмена?
- Загальні вимоги до технічних методів контролю. Склад вимірювальної системи.
7. Телеметричні методи збору інформації.

#### **Завдання для самостійної роботи.**

1. На тренувальному занятті з свого виду спорту анести точки маркеру на тіло спортсмена і виконати відео зйомку техніки фізичної вправи.
2. Результати відео зйомки скинути в комп'ютер для подальшого аналізу.

### ***Рекомендована література***

1. А.А.Лукашевич. Л-47 Новейшая энциклопедия персонального компьютера 2006.-М.:ОЛМА-ПРЕСС,2006.-847с.:ил.

ISBN 5-224-01995-8

2.М.А.Мустафа. Операционная система Microsoft Windows XP

### ***Практичне заняття № 4..***

**Тема: Проведення аналізу поазників за допомогою характеристик варіаційних рядів**

#### ***Рекомендована література***

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. – М.: Знание, 1978. – 247 с.
2. Гласе Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.
3. Зациорский В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: ФиС, 1969.
4. Иванов А.А. Основы математической статистики. – М., 1991. – 237 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.
7. Смирнов Ю.И. Спортивная наука и стандарты // Теория и практика физ. культуры. – 1977. – № 11. – С. 38– 48.
8. Сутула В.А. Лабораторный практикум по спортивной метрологии. – Х.: Основа, 1994.

**Методичні вказівки проведення практичних занять зметрологічного контролю у фізичному вихованні.**

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

## ЗНАТИ:

- Методику вимірування станової сили динамометром
- Як проводити вимір частоти пульсу у групі
- Як ранжування матеріалу вимірів.

## ВМІТИ:

- Приводити результати вимірів у математичну систему
- Вміти аналізувати матеріали досліджень

### **Завдання. Проведення аналізу за допомогою характеристик варіаційних рядів для керування тренувальним процесом**

#### **Пояснення.**

За допомогою характеристик варіаційних рядів можна провести аналіз якого-небудь процесу, необхідний для керування тренуванням.

Така робота не претендує, звичайно, на повноту картини в цілому. Її варто розглядати як загальний, схематичний, первинний етап дослідження. Існують інші аналітичні методи, що дають більше точне подання про істоту справи. Проте, аналіз за допомогою характеристик варіаційних рядів має свої переваги: він досить простий у виконанні, наочний і коректний.

Як було відзначено вище, параметри варіаційних рядів можуть дати характеристику будь-якому процесу або явищу, вираженому рядом чисел. Так, наприклад, будь-який тест певний зібраним статистичним матеріалом, у першу чергу піддається аналізу за допомогою характеристик варіаційного ряду.

Для визначення придатності спортсменів до бігу на середні дистанції досліджують різницю між часом перегонів на 800 м, діленим на 8, і часом перегонів на 100 м. Вважається, що чим менше ця різниця в часі, тим спортсмен більше придатний до бігу на середні дистанції. Орієнтуються в цих випадках на різницю в часі, рівну, 4,5-5 с, якщо різниця, більше 5 с,

То спортсмена вважають мало придатним до цього виду перегонів.

**Виконати.** Протягом серії тренувань спортсмен показав таку різницю між часом перегони на 800 м, діленим на 8, і часом перегони на 100 м  $x_i$  (у секундах).

Таблиця 24

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	$n_i$
-------	-------	-----------	-----------------	---------------------	-------------------------	-------

6,00	7	42,00	+ 1,00	1,00	7,00	7
5,00	4	20,00	0	0	0	11
4,50	2	9,00	-0,50	0,25	0,50	13
3,80	3	11,40	-1,20	1,44	4,32	16
3,50	1	3,50	-1,50	2,25	2,25	17
	$\Sigma = 17$	85,90			14,07	

$$\bar{x} = \frac{85,90}{17} = 5,05 \approx 5 \text{ с};$$

$$\sigma^2 = \frac{14,07}{17} = 0,82 \text{ с}^2;$$

$$\sigma = \sqrt{0,82 \text{ с}^2} = 0,905 \text{ с};$$

$$V = \frac{0,905 \text{ с} \cdot 100\%}{5 \text{ с}} = 18,1 \%;$$

$$M_o = 6 \text{ з} \quad M_e = 5,00 \quad V = 18,1 \%.$$

У формі таблиці знаходимо характеристики варіаційних рядів (табл. 24).

Таким чином, дана група чисел характеризується  $(\bar{x} \pm \sigma) = (5 \text{ с} \pm 0,905 \text{ с})$ ;  $M_o = 6 \text{ з}$ ;  $M_e = 5 \text{ з}$ ;  $V = 18,1\%$ .

При наявності цих даних можна сказати, що спортсмен, з огляду на вищенаведений тест, мало придатний до бігу на середні дистанції, тому що середня різниця в бігу, складова 5з, є граничним значенням для визначення його придатності до даного виду спорту. Крім того, дуже високий коефіцієнт варіації

$V = 18,1\%$  свідчить про нестабільність результатів. Це ж підтверджує й велике розходження між середньої арифметичної  $\bar{x} = 5 \text{ с}$  і модою  $M_o = 6 \text{ с}$ .

Відхилення від середнього значення доходить у спортсмена до  $\sigma = 0,905 \text{ з}$ , тобто в найгіршому разі різниця в часі складе  $5 \text{ з} + 0,905 \text{ з} = 5,905 \text{ с} \sim 6 \text{ з}$ , що виходить за межі описаного тесту.

Подібний аналіз можна зробити й в інших випадках, не тільки в тестах, і, користуючись його висновками, робити коректування або прогноз діяльності спортсмена.

### Контрольні питання

1. Загальні вимоги до технічних методів контролю. Склад вимірювальної системи.
- 2.. Телеметричні методи збору інформації.

**Завдання на дом** для проведення тестування з метою визначення придатності до занять з бігу на середні дистанції.

Провести тестування і визначити в своїй академічній групі студентів придатних до заняті бігом на середні дистанції.

Практичне заняття № 5.

Тема. **Функціональний і кореляційний взаємозв'язки**

**Рекомендована література**

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. – М.: Знание, 1978. – 247 с.
2. Гласе Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.
3. Зациорский В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: ФиС, 1969.
4. Иванов А.А. Основы математической статистики. – М., 1991. – 237 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.

**Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

**Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

**ЗНАТИ:**

- методику проведення визначення взаємозв'язків за допомогою коефіцієнтів кореляції;
- вивчати методику щоб знати, знати щоб проводити кореляційний аналіз.

**ВМІТИ:**

- користуватись теорією виміру, визначати коефіцієнт Браве Пірсона;

Завдання 1. Встановити Функціональний і кореляційний взаємозв'язки швидкості бігу і стрибка в довжину з місця.

Визначити, чи залежить результат стрибка в довжину з розбігу (ознака  $X$ ) від величини кінцевої швидкості розбігу (ознака  $Y$ ). Для відповіді на це питання паралельно з реєстрацією результату  $X$  кожного стрибка спортсмена або групи спортсменів реєструють і величину кінцевої швидкості розбігу  $Y$ . Нехай вони такі:

Таблиця 5

I	1	2	3	4	5	6	7	8
$x_i$ ( див )	890	820	825	790	795	802	702	730
$y_i$ ( м/с )	10,7	10,5	10,1	9,8	10,1	10,5	9,1	9,6

Представимо таблицю 5 у вигляді графіка в прямокутній системі координат, де на горизонтальній осі будемо відкладати довжину стрибка ( $X$ ), а на вертикальній — величину кінцевої швидкості розбігу в цьому стрибку ( $Y$ ).

Визначити за допомогою рангового коефіцієнта кореляції Спірмена чи існує взаємозв'язок між результатами стрибка в довжину з розбігу ( $X$ ) і кінцевою швидкістю розбігу ( $Y$ ) групи спортсменів (дані приклада 8.1, табл. 5).

У формулі (1)  $d_x$  і  $d_y$  ранги статистичних даних, тобто місця варіант у їхній ранжируваній сукупності. Якщо в сукупності трохи однакових даних, то їхні ранги рівні й визначаються як середнє значення від місць, займаних цими варіантами. Наприклад,

Дані $x_i$	5	7	10	10	10	10	11	11	17
Ранги $d_x$	1	2	4,5	4,5	4,5	4,5	7,5	7,5	
			3 + 4 + 5 + 6				7 + 8		
			4				2		

Користуючись цим правилом, визначимо ранги дані таблиці 5. Для зручності все запишемо у вигляді таблиці 6.

Таблиця 6

$x_i$	dx	$y_i$	dy	dx - dy	$(d_x - d_y)^2$
702	1	9,1	1	1 - 1 = 0	0 <sup>2</sup> = 0
730	2	9,6	2	2 - 2 = 0	0 <sup>2</sup> = 0
790	3	9,8	3	3 - 3 = 0	0 <sup>2</sup> = 0
795	4	10,1	4	4 - 4 = 0	0 <sup>2</sup> = 0
802	5	10,5	6,5	5 - 6,5 = - 1,5	(- 1,5) <sup>2</sup> = 2,25
820	6	10,5	6,5	6 - 6,5 = - 0,5	(- 0,5) <sup>2</sup> = 0,25
821	7	10,3	5	7 - 5 = 2	2 <sup>2</sup> = 4
890	8	10,7	8	8 - 8 = 0	0 <sup>2</sup> = 0
				$\Sigma(dx-dy) = 0$	$\Sigma(dx-dy)^2 = 6,5$

У цьому випадку маємо 8 пара значень, тобто 8 коррелируемых пара. Значить  $n = 8$ . Підставивши отримане у формулу (1), будемо мати:

$$r_{x,y}^s = 1 - \frac{6 \cdot 6,5}{8 \cdot (8^2 - 1)} = 1 - \frac{39}{8 \cdot 63} \approx 1 - 0,08 = 0,92$$

**Висновок:**

а) тому що значення коефіцієнта кореляції позитивне (**0,92 > 0**), те між ознаками **X** и **B** спостерігається прямий зв'язок, тобто зі збільшенням швидкості розбігу (ознака **B**) збільшується довжина стрибка (ознака **X**), і навпаки — зі зменшенням швидкості розбігу зменшується довжина стрибка. Вірогідність коефіцієнта кореляції Спирмена визначається по таблиці критичних значень рангового коефіцієнта кореляції /.

б) тому що отримане значення коефіцієнта кореляції  $\neq 0,9$  більше табличного значень  $\neq 0,88$ , що відповідає рівню  $b = 99\%$ , те впевненість у правильності висновку (а) більше 99%. Така вірогідність дозволяє поширити висновок (а) на всю генеральну сукупність, тобто на всіх стрибунів у довжину.

Якщо не виробляється попередньої перевірки розглянутих сукупностей на нормальність розподілу, те, у випадку невірності коефіцієнта кореляції Пирсона, варто перевірити наявність зв'язку ще й за коефіцієнтом Спирмена.

Ранговим коефіцієнтом кореляції можна виявляти взаємозв'язки між змінними, що мають будь-які статистичні розподіли. Але якщо ці змінні мають нормальний розподіл (Гаусса), те більш точно зв'язок можна встановити за

допомогою нормованого ( Бравэ-Пирсона) коефіцієнта кореляції.

Завдання для самостійної роботи.

1. Провести тест на швидкість в бігу на 100 метрів і стрибком в дожину з місця в групі стрибунів І разряду в довжину з розбігу та встановити кореляційний взаєзв'язок.

### Контрольні питання

1. Що розуміють під поняттями “генеральна сукупність”, “вибірка”?
2. Дайте визначення варіаційного ряду, основні характеристики положення варіаційного ряду (середнє арифметичне, медіана, мода).
3. Розкрийте сутність показники розсіювання варіаційного ряду (дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації).
4. В чому різниця параметричних методів порівняння вибірок – критеріїв Фішера та Стьюдента?
5. Охарактеризуйте поняття “кореляція”? Які види кореляційного зв'язку існують?
6. Що таке коефіцієнт кореляції? Як він визначається?
7. Як визначити взаємозв'язок результатів вимірювань у спортивній діяльності?
8. Що таке кореляційне поле? Як охарактеризувати рівень кореляційного взаємозв'язку з використанням кореляційного поля?

### *Тестові завдання для самоконтролю знань*

**1. Рівень взаємозв'язку між двома незалежними показниками визначається за допомогою:**

- а) коефіцієнта кореляції;
- б) факторного аналізу;
- в) визначення рівня статистичної значущості;
- г) розрахунку середнього арифметичного значення.

**2. Генеральна сукупність - це:**

- а) значення множини вимірювань, що зустрічається найчастіше;
- б) репрезентативність вибірки досліджуваних показників;
- в) сукупність об'єктів, об'єднаних однією ознакою;
- г) характеристика розсіяння варіаційного ряду.

**3. Рівень статистичної значущості отриманих результатів визначається за:**

- а) критерієм Стьюдента;
- б) критерієм Браве-Пірсона;
- в) критерієм Вілкоксона;
- г) середнім квадратичним відхиленням.

**4. Що характеризує стандартне квадратичне відхилення?**

- а) відносну варіативність ознаки;



- б) середню властивість ознаки;
- в) середню варіабельність ознаки;
- г) закономірні коливання середньої величини.

**5. t-критерій Стьюдента визначається з метою ...**

- а) визначення кількісної міри зв'язку;
- б) визначення якісного зв'язку;
- в) визначення відмінностей дисперсій;
- г) визначення достовірності відмінностей між середніми значеннями.

**6. Кореляційний аналіз застосовується з метою ...**

- а) визначення кількісної міри зв'язку;
- б) визначення якісного зв'язку;
- в) визначення відмінностей дисперсій;
- г) визначення достовірності відмінностей між середніми значеннями.

**7. Критерій F-Фішера застосовується для ...**

- а) визначення кількісної міри зв'язку;
- б) визначення якісного зв'язку;
- в) визначення відмінностей дисперсій;
- г) визначення достовірності відмінностей між середніми значеннями.

**8. Який найвищий рівень значущості відмінностей або зв'язку?**

- а)  $p < 0,01$
- б)  $p < 0,001$
- в)  $p < 0,05$
- г)  $p > 0,05$

**9. Кореляційний зв'язок може бути:**

- а) прямим та обернено позитивним, прямим та обернено негативним;
- б) прямим та зворотнім;
- в) прямим відповідним та оберненим відповідним;
- г) відповідним та невідповідним.

**10. Встановіть відповідність між наведеними поняттями:**

- 1 Кореляція А Порівняння рівновеликих вибірок
- 2 Критерій Стьюдента Б Взаємозв'язок
- 3 Критерій Фішера В Значення генеральної сукупності
- 4 Варіанта Г Порівняння різновеликих вибірок

## **Тема. Поділ результатів тесту на спритність за допомогою характеристик варіаційних рядів**

### ***Рекомендована література***

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. – М.: Знание, 1978. – 247 с.
2. Глазе Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.
3. Зациорский В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: ФиС, 1969.
4. Иванов А.А. Основы математической статистики. – М., 1991. – 237 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.

### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти методику розділу групи за допомогою характеристик варіаційних рядів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- методику розділу групи за допомогою характеристик варіаційних рядів;
- вивчати методику щоб знати, як користуватись характеристиками варіаційних рядків.

#### **ВМІТИ:**

- вміти поділити групу спортсменів за допомогою характеристик варіаційних рядів;

**Завдання. Поділити групу за допомогою характеристик варіаційних рядів**

#### **Пояснення.**

У деяких випадках вихідна група вимірів підлягає дробленню. Це звичайно потрібно тоді, коли статичні дані відрізняються великою

неоднорідністю, тобто з огляду на властивості характеристик варіаційних поруч, якщо коефіцієнт варіації високий (понад 10-15%), а мода, медіана й середн арифметична істотно розрізняються між собою.

У таких випадках, якщо розглядається група спортсменів за результатами в якому-небудь виді спорту, мова може йти про роботу з ними по різних методиках, про різні навантаження в тренуваннях і т.д.

Якщо мова, іде про істотну неоднорідність антропометричних показань, очевидно, спортсмени відрізняються друг від друга своїми можливостями й це треба в подальшій роботі з ними.

Розглянемо, це на такому прикладі.

**Виконати завдання.**

Щоб перевірити спритність вступників у секцію баскетболу, їм був запропонований певний маршрут для подолання бігцем з веденням м'яча й в 20 чоловік зафіксований час ( $x_i$  у секундах).

Результати цих вимірів обробляємо у формі таблиці для визначення характеристик даного варіаційного ряду.

Таблиця 25

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$	$m_i$
12	1	12	-11	121	121	1
18	2	36	-5	25	50	3
20	7	140	-3	9	63	10
24	5	120	+1	1	5	15
28	2	56	+5	25	50	17
30	3	90	+7	49	147	20
	$\Sigma = 20$	454			436	

$$\bar{x} = \frac{454}{20} = 22,7 \approx 23 \text{ с};$$

$$\sigma^2 = \frac{436}{20} = 21,8 \text{ с}^2;$$

$$\sigma = \sqrt{21,8 \text{ с}^2} = 4,65 \text{ с};$$

$$V = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{4,65 \text{ с} \cdot 100\%}{23 \text{ с}} = 20,2\%;$$

$$M_o = 20 \text{ з} \quad M_e = 22 \text{ с}.$$

Дана група характеризується  $(\bar{x} \pm \sigma) = (23 \text{ с} \pm 4,65 \text{ с})$ ;  $V = 20,2\%$ ;  $M_o = 20 \text{ з}$ ;  $M_e = 22 \text{ с}$ .

**Висновок.**

Ці дані говорять про те, що група спортсменів досить неоднорідний: дуже високий коефіцієнт варіації, мода, медіана й середн арифметична істотно відрізняються друг від друга.

Таким чином, 20 вступників у секцію баскетболу неоднаково спритні. У цьому випадку їсти зміст говорити про поділ їх хоча б на дві групи для того, щоб мати можливість розвивати їхня спритність по різних методиках.

Розподіл групи на дві частини виробляється теж з обліком середньої арифметичної.

Очевидно, що більше спритними є ті спортсмени, які пройшли заданий маршрут за менший час.

Таким чином, ті з них, які показали час менше середньої арифметичної ( $x_1=12$  с;  $x_2=18$  з;  $x_3=20$  с), є більше спритними, і їх варто віднести в одну групу, ас більшим часом ( $x_4=24$  з;  $x_5=28$ з;  $x_6=30$  с) — менш спритні й ставляться до іншої групи.

Зовсім очевидно, що подібне дроблення якщо буде потреба, можливо, продовжувати й далі, ділячи варіаційний ряд навпіл і знову знаходячи середню арифметичну в кожній його частині.

### **Контрольні питання**

1. Що розуміють під поняттями “генеральна сукупність”, “вибірка”?
2. Дайте визначення варіаційного ряду, основні характеристики положення варіаційного ряду (середнє арифметичне, медіана, мода).
3. Розкрийте сутність показники розсіювання варіаційного ряду (дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації).
4. В чому різниця параметричних методів порівняння вибірок – критеріїв Фішера та Стьюдента?
5. Охарактеризуйте поняття “кореляція”? Які види кореляційного зв’язку існують?
6. Що таке коефіцієнт кореляції? Як він визначається?
7. Як визначити взаємозв’язок результатів вимірювань у спортивній діяльності?

### **Практичне заняття № 7.**

#### **Методичні вказівки проведення практичних занять зметрологічного контролю у фізичному вихованні.**

Тема: **Нормування за допомогою характеристик варіаційних рядів**

#### **Рекомендована література**

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. – М.: Знание, 1978. – 247 с.

2. Глазе Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976.
3. Зациорский В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: ФиС, 1969.
4. Иванов А.А. Основы математической статистики. – М., 1991. – 237 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти:

[підручник] / Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – 776 с.

### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

#### 1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### ЗНАТИ:

- Методику рорахунку характеристик варіаційних рядків;
- Норми спортивної класифікації;
- вивчати методику щоб знати, як поділити групу.

#### ВМІТИ:

- Розраховувати характеристики варіаційних рядків;

**Завдання. Провести нормування за допомогою характеристик варіаційних рядів для ковзирів другого розряду.**

Раніше було визначено, що коефіцієнт варіації показує, яку частину середнє квадратическое відхилення становить від середньої арифметичної. Інакше кажучи, коефіцієнт варіації являє собою відношення фактора розсіювання показань до їх середньої арифметичної.

Часто для наближених обчислень як фактор розсіювання приймають різницю між найбільшим і найменшим показаннями. Наприклад, звернувшись до Єдиної всесоюзної спортивної класифікації,

знаходимо, що нормативні вимоги для ковзанярів другого розряду на дистанції 200м становлять від 22,6 до 24,0 с. Це значить, що максимальний фактор, що розсіює, для цих показань є  $24,0 \text{ з} - 22,6 \text{ з} = 1,4 \text{ с}$ . Середня арифметична цих двох крайніх значень є:  $(24,0 \text{ з} + 22,6 \text{ с}) : 2 = 23,3 \text{ с}$ . У цьому випадку коефіцієнт варіації приблизно знаходимо так:

$$V = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{1,4 \text{ с} \cdot 100\%}{23,3 \text{ с}} = 6,0\%;$$

Таким чином, коефіцієнт варіації в показаннях ковзаняра другого розряду не повинен перевищувати 6,0%. У випадку перевищення значення 6,0% фактор розсіювання став би більшим і результати показань вийшли б за межі стабільних показань спортсмена другого розряду. Розглянемо на прикладі, як це можна використовувати.

Приклад 11. Пробігаючи 15 разів дистанцію 200 м, ковзаняр показав такі результати ( $x_i$  у секундах).

Таблиця 26

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
22,00	1	22,00	—2,50	6,25	6,25
23,00	2	46,00	—1,50	2,25	4,50
24,00	3	72,00	—0,50	0,25	0,75
25,00	5	125,00	+0,50	0,25	1,25
25,50	4	102,00	+1,00	1,00	4,00
	$n=15$	367,00			16,75

$$\bar{x} = \frac{367,00}{15} = 24,47 \text{ с};$$

$$\sigma^2 = \frac{24,90}{15} = 1,66 \text{ с}^2;$$

$$\sigma = \sqrt{1,66 \text{ с}^2} = 1,29 \text{ с};$$

$$V = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{1,29 \text{ с} \cdot 100\%}{24,47 \text{ с}} = 5,3\%;$$

Результати обробляємо у формі таблиці (табл. 26)

Через певний час зафіксовані ще раз 15 результатів у того ж спортсмена (табл. 27)

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
22,00	4	88,00	—1,70	2,89	11,56
23,00	3	69,00	—0,70	0,49	1,47
24,00	2	48,00	+0,30	0,09	0,18
25,00	5	125,00	+1,30	1,69	8,45
25,50	1	25,50	+1,80	3,24	3,24

$$| n=15 \quad | 355,50 \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | 24,90$$

$$\bar{x} = \frac{367,00}{15} = 24,47 \text{ с ? } 24,50 \text{ з;}$$

$$\sigma^2 = \frac{16,75}{15} = 1,12 \text{ с}^2;$$

$$\sigma = \sqrt{1,12 \text{ с}^2} = 1,06 \text{ с;}$$

$$V = \frac{\sigma * 100\%}{\bar{x}} = \frac{1,06 \text{ с} * 100\%}{24,5 \text{ с}} = 4,30\%;$$

Як видно, в обох випадках спортсмен показував ті ж результати, але різне число раз. ( $\Pi_1$ ).

Граничним значенням коефіцієнта варіації є  $V = 6,0\%$  для даного розряду на дистанції 200 м. Виходить, в обох випадках спортсмен виконував його ( $V_1 = 5,5\%$  і  $V_2 = 4,3\%$ ).

Вище було відзначено, що в області спорту орієнтуватися на коефіцієнт варіації як на фактор, що нормує (не більше 10-15%) треба досить обережно.

Тому їсти зміст установити граничні значення коефіцієнта варіації як, що нормує фактора, і більшості спортивних спеціалізацій, в антропометричних вимірах, фізіологічних і медичних показаннях і т.д. Витрачений час і сили на таку роботу були б повністю виправдані, тому що надалі значно скоротили б кількість додаткових спортивних досліджень.

Коефіцієнтом варіації як, що нормує фактором, можна було б користуватися при науковому обмеженні нормативних вимог у спорті, а також реп'яхи соціально-педагогічні проблеми фізкультурного руху. Природно, що при рішенні таких глобальних проблем спорту характеристики варіаційних рядів і коефіцієнт варіації, зокрема, не можуть бути єдиним методом математичного дослідження. Проте застосування цього методу може принести істотну користь.

#### Контрольні питання

1. Метрологічні основи контролю за змагальною діяльністю. Зміст та направленість контролю.
2. Способи реєстрації змагальної діяльності.
- 3.. Стенографування в спортивних іграх та єдиноборствах, техніко-естетичних, циклічних видах спорту.
4. Первинна обробка результатів реєстрації змагальної діяльності.

#### Практичне заняття № 8.

**Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

## Тема: Порівняння за допомогою характеристик варіаційних рядів

### *Рекомендована література*

1. Езерский В.В. Спортивная метрология: учеб. Метод. указ. для самостоят. выполнения контрольных заданий по теме «Оценка результатов количественного тестирования методами математической статистики / Сост. В.В. Езерский. – Омск: СибГАФК, 1999. – 50 с.
2. Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке / В.А. Запорожанов. – Киев: Здоровья, 1988. – 205 с.
3. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В.В. Иванов. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 256 с.
4. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. – Малаховка, 1996.
5. Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2004. – 184

### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### ЗНАТИ:

- Користуючись характеристиками варіаційних рядів, порівняння підлягають середні арифметичні між собою й фактори розсіювання між собою.;
- Методику порівняння по середнім арифметичним між собою і коефіцієнтом варіації між собою;
- вивчати методику щоб знати, знати щоб діяти.

#### ВМІТИ:

- користуватись характеристиками варіаційних рядків;



**Завдання. Виконати порівняння результатів в штовханні ядра за допомогою характеристик варіаційних**

Про порівняльне значення характеристик варіаційного ряду говорять у тих випадках, коли розглядають два або більше ряди чисел. Порівняння числа із числом завжди очевидно й не підлягає обробці яким-небудь методом. Порівняння ж ряду чисел з іншим рядом неможливо пронести без додаткової математичної обробки.

Користуючись характеристиками варіаційних рядів, порівняння підлягають середні арифметичні між собою й фактори розсіювання між собою. У цьому випадку порівняння двох рядів чисел зводиться до порівняння двох чисел, що завжди очевидно.

Природно, таке порівняння можна проводити не тільки для двох, але й більшого числа рядів залежно від запитів практики.

Розглянемо приклади на порівняння рядів.

Приклад 12. Зафіксовано результати в штовханні ядра у двох спортсменів. Результати першого ( $x_i$  - у метрах) наведені й оброблені в табл. 28, результати другого - у табл. 29.

Порівняння проводимо по середнім арифметичним між собою й коефіцієнтом варіації між собою.

*Таблиця 28*

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
12,50	2	25,00	-1,00	1,00	2,00
13,00	3	39,00	-0,50	0,25	0,75
13,60	8	108,80	+0,10	0,01	0,08
13,80	4	55,20	+0,20	0,04	0,16
14,00	2	28,00	+0,50	0,25	0,50
		14,20	+0,70	0,49	0,49
14,20	$n = 20$	270,20			3,98

$$\bar{x} = \frac{270,20}{20} = 13,51 \text{ с ? } 13,5 \text{ м};$$

$$\sigma_1^2 = \frac{3,98}{20} = 0,199 \text{ м}^2;$$

$$\sigma_1 = \sqrt{0,199 \text{ м}^2} = 0,445 \text{ м};$$

$$V = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{0,445 \text{ м} \cdot 100\%}{13,5 \text{ м}} = 3,3\%;$$

Таблиця 29

$x_i$	$\Pi_i$	$x_i \Pi_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \Pi_i$
12,50	1	12,50	—0,90	0,81	0,81
13,00	7	91,00	—0,40	0,16	1,12
13,60	6	81,60	+0,20	0,04	0,24
13,80	3	41,40	+0,40	0,16	0,48
14,00	2	28,00	+0,60	0,36	0,72
	1	14,20	+0,80	0,64	0,64
	$\Pi = 20$	268,7			4,01
		0			

$$\bar{x}_2 = \frac{268,00}{20} = 13,43 \text{ с ? } 13,4 \text{ м};$$

$$\sigma_2^2 = \frac{4,01}{20} = 0,2 \text{ м}^2;$$

$$\sigma_2 = \sqrt{0,2 \text{ м}^2} = 0,446 \text{ м};$$

$$V_2 = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{0,446 \text{ м} \cdot 100\%}{13,4 \text{ м}} = 3,33\%.$$

При порівнянні вихідних даних видно, що обоє спортсмена показували ті самі результати, але різне число раз. У таких випадках порівняння без математичної обробки неможливо, особливо якщо показань багато.

Визначивши характеристики ряду в обох випадках, порівнюємо їх між собою. Виявляється, що обоє спортсмена показують майже однакову стабільність у результатах ( $V_1 = 3,3\%$ /про,  $V_2 = 3,33\%$ ), т. е. перший дає стабільні показання, що мають середню арифметичну  $\bar{x} = 13,5$  м, а другий — при середньої  $\bar{x}_2 = 13,4$  м. Таким чином, порівнюємо їх середні й робимо висновок, що перший спортсмен показує, у середньому, більше високий результат штовхання ядра.

Приклад 13. Дві групи школярів виконують кидки в баскетбольне кільце з п'яти спроб. Результати влучень першої групи школярів наведені в табл. 30, другий — у табл. 31. Значення  $x_1$  (у кидках) - кількість влучень із п'яти спроб. Обидві таблиці оброблені з метою визначення характеристик варіаційних рядів.

Таблиця 30

$x_i$	$\Pi_i$	$x_i \Pi_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \Pi_i$
0	5	0	—2	4	20
1	5	5	—1	1	5
2	7	14	0	0	0
3	6	18	+1	1	6

4	4	16	+2	4	16
	3	15	+3	9	27
5	$\Pi = 30$	68			74

$$\bar{x}_1 = \frac{68}{30} = 2,27 \text{ с ? 2 кидки};$$

$$\sigma_1^2 = \frac{74}{30} = 2,47 \text{ броска}^2;$$

$$\sigma_1 = \sqrt{2,47} \text{ броска}^2 = 1,57 \text{ кидка};$$

$$V_1 = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{1,57 \text{ броска} \cdot 100\%}{2} = 79,6\%.$$

Таблиця 31

$x_i$	$\Pi_i$	$x_i \Pi_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \Pi_i$
0	2	0	—3	9	18
1	4	4	—2	4	16
2	3	6	—1	1	3
3	8	24	0	0	0
4	4	16	+1	1	4
	9	45	+2	4	36
5	$\Pi=30$	95			77

$$\bar{x}_2 = \frac{95}{30} = 3,17 \text{ с ? 3 кидки};$$

$$\sigma_2^2 = \frac{77}{30} = 2,57 \text{ броска}^2;$$

$$\sigma_2 = \sqrt{2,57} \text{ броска}^2 = 1,6 \text{ кидка};$$

$$V_2 = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{1,6 \text{ броска} \cdot 100\%}{3} = 53,5\%.$$

Порівнюючи між собою середні арифметичні ( $\bar{x}_1 = 2$  кидка й  $\bar{x}_2 = 3$  кидка), можна було б говорити про переваги другої групи перед першою. Про це ж говорять значення коефіцієнтів варіації ( $V_1 = 79,6\%$  і  $V_2 = 53,5\%$ ). Однак, значення коефіцієнтів варіації в обох випадках дуже велико. Все це говорить про дуже низьку кваліфікацію в даній справі в обох груп школярів. Так що навряд чи їсти зміст говорити про переваги якої-небудь із груп при закиданні м'яча в кільце.

Приклад 14. Школяр робить стрибки нагору із глибокого приседа поштовхом обох ніг, прогнувшись. Зафіксовано кількість стрибків, що він міг виконати підряд в 12 років (табл. 32;  $x_i$  - у стрибках), і кількість стрибків, чинена їм в 13 років (табл. 33).

Ряди оброблені звичайним способом.

Таблиця 32

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
31	1	31	-2	4	4
32	2	62	-1	1	2
33	3	99	0	0	0
34	3	102	+1	1	3
35	1	35	+2	4	4
	$n = 10$	329			13

$$\bar{x}_2 = \frac{329}{10} \approx 33 \text{ стрибка};$$

$$\sigma_1^2 = \frac{13}{10} = 1,3 \text{ прыжка}^2;$$

$$\sigma_1 = \sqrt{1,3 \text{ прыжка}^2} = 1,14 \text{ стрибка};$$

$$V_1 = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}_1} = \frac{1,14 \text{ прыжка} \cdot 100\%}{33 \text{ прыжка}} = 3,5\%.$$

Таблиця 33

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
32	1	32	-2	4	4
34	4	136	0	0	0
35	3	105	+1	1	3
36	2	72	+2	4	8
	$n=10$	345			15

$$\bar{x}_2 = \frac{345}{10} = 34,5 \approx 35 \text{ стрибків};$$

$$\sigma_2^2 = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ прыжка}^2;$$

$$\sigma_2 = \sqrt{1,5 \text{ прыжка}^2} = 1,22 \text{ стрибка};$$

$$V_2 = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{1,22 \text{ прыжка} \cdot 100\%}{35 \text{ прыжков}} = 3,5\%.$$

Однаковий в обох випадках коефіцієнт варіації ( $V_1 = 3,5\%$  і  $V_2 = 3,5\%$ ) свідчить про стабільні показання школяра в цій вправі. При такій стабільності він незначно поліпшив результати за рік ( $\bar{x}_1 = 33$  стрибка;  $\bar{x}_2 = 35$  стрибків).

Очевидно, було б цікаво простежити його подальший розвиток за допомогою цієї або якої-небудь іншої вправи.

У всякому разі метод обробки його результатів і порівнюваних характеристик визначалися б у принципі в такий же спосіб.

Приклад 15. У спорті до числа найпоширеніших завдань ставиться порівняння результатів яких-небудь вимірів у контрольної й

експериментальної груп з метою виявлення ефективності пропонованої методики.

Дві групи стрибунів у довжину показали такі результати ( $\bar{x}_1$  - стрибки в довжину в метрах): табл.34 - контрольна група, табл. - 35 експериментальна група.

Результати оброблені звичайним способом.

Таблиця 34

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
4,60	2	9,20	—0,30	0,09	0,18
4,70	5	23,50	—0,20	0,04	0,20
4,80	10	48,00	—0,10	0,01	0,10
4,90	8	39,20	0	0	0
5,00	9	45,00	+0,10	0,01	0,09
	2	10,20	+0,20	0,04	0,08
5,10	1	5,20	+0,30	0,09	0,09
5,20	3	15,90	+0,40	0,16	0,48
5,30	$n = 40$	196,20			1,22

$$\bar{x}_1 = \frac{196,2}{40} = 4,9 \text{ м};$$

$$\sigma_1^2 = \frac{1,22}{40} = 0,03 \text{ м}^2;$$

$$\sigma_1 = \sqrt{0,03 \text{ м}^2} = 0,17 \text{ м};$$

$$V_1 = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}} = \frac{0,17 \text{ м} \cdot 100\%}{4,9} = 3,48 \approx 3,5\%.$$

Таблиця 35

$x_i$	$n_i$	$x_i n_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
4,70	7	32,90	—0,20	0,04	0,28
4,80	12	57,60	—0,10	0,01	0,12
4,90	10	49,00	0	0	0
5,00	8	40,00	+0,10	0,01	0,08
	2	10,20	+0,20	0,04	0,08
5,10		5,20	+0,30	0,09	0,09
5,20	$n=30$	194,90			0,65

$$\bar{x}_2 = \frac{194,9}{40} = 4,87 \approx 4,9 \text{ м};$$

$$\sigma_2^2 = \frac{0,65}{40} = 0,016 \text{ м}^2;$$

$$\sigma_2 = \sqrt{0,016 \text{ м}^2} = 0,126 \text{ м};$$

$$V_2 = \frac{\sigma * 100\%}{\bar{x}} = \frac{0,126 \text{ м} * 100\%}{4,9 \text{ м}} = 2,57 \approx 2,6\%.$$

Як звичайно при порівнянні характеристик варіаційних рядів середні арифметичні рівняються між собою й коефіцієнти варіації (або середні квадратические відхилення) - між собою.

На підставі порівняння середніх арифметичних ( $\bar{X}_1 = 4,9$  м;  $\bar{X}_2 = 4,9$  м). доходимо висновку, що нова методика не привела до поліпшення результатів і тому її варто вважати неефективною.

Порівняння коефіцієнтів варіації

( $V_1 = 3,5\%$  і  $V_2 = 2,6\%$ ) показує деяка перевага експериментальної групи, результати якого виявилися більше однорідними.

Таким чином, якщо методика застосовувалася нетривалий час і не змогла ще показати істотних зрушень, оцінюваних середніми арифметичними, знайдені характеристики показують на певне поліпшення в результатах. Якщо ж методика впроваджена давно, її варто вважати неефективною.

### **Контрольні питання.**

1. Способи реєстрації змагальної діяльності.
2. Стенографування в спортивних іграх та єдиноборствах, техніко-естетичних, циклічних видах спорту.
3. Первинна обробка результатів реєстрації змагальної діяльності.
4. Контроль за технічною підготовленістю, об'ємом, різноманітністю, ефективністю техніки.
5. Контроль за технічною підготовленістю спортсмена.

### **Практичне заняття № 9.**

#### **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

Тема: Розрахунок елементів комбінаторики

#### **Рекомендована література**

1. Годик В.Н. Спортивная метрология.-М.:ФиС.-1988.
2. Зациорский В.Н. Спортивная метрология.-М.:ФиС.-1982.
3. Уткин В.Л. Измерения в спорте. М.:ГЦОЛИФК.-1978.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.:Вьісш.шк.-1980.

**Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

### 1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### ЗНАТИ:

- методику розрахунку елементів комбінаторики;
- варіанти елементів комбінаторики;
- вивчати методику щоб знати елементів комбінаторики .

#### ВМІТИ:

- Вміти розраховувати елементи комбінаторики;

#### **Завдання. Вміти розраховувати елементи комбінаторики**

З певного числа елементів можна становити сполучення, перестановки й розміщення. Для того щоб їх обчислити, необхідно мати подання про поняття факторіала. Символічно запис така  $n!$  (читається ен - факторіал).

*Факторіал* є добуток натурального ряду чисел від 1 до  $n$ .

Наприклад,

$$3! = 1 * 2 * 3 = 6$$

$$5! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 = 120$$

$$7! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 * 6 * 7 = 5040 \text{ і т.д.}$$

$$n! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 \dots \dots n$$

*Сполучення* — це така група елементів, коли з більшого їхнього числа вибираємо менше. Більше їхнє число позначимо -  $n$ , менше -  $k$ . Обчислення сполучень варто робити по формулі:

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \quad (17)$$

де  $C_n^k$  - число сполучень із  $n$  по  $k$ ;

$n$  - всі розглянуті елементи;

$k$  - менше їхнє число.

**Приклад 19.** Для упражнениий із м'ячем необхідно відібрати 3 м'ячі з 5 наявних. Скільки можливих варіантів такого добору?

Для визначення кількості варіантів необхідно знайти число сполученні  $C_5^3$  (3 з 5), при цьому більше число  $n = 5$ , менше  $k = 3$ .

Відповідно до формули (17)

$$C_5^3 = \frac{5!}{3!(5-3)!} = \frac{5!}{3!2!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2} = 10.$$

Приклад 20. У тренувальному процесі можна використовувати 50 різних фізичних вправ. В одному занятті застосовують 10. Скільки можливо одержати варіантів занять, що не повторюють один одного?

Для визначення кількості занять знайдемо число сполучень із  $n=50$  по  $k = 10$ .

$$C_{50}^{10} = \frac{50!}{10!(50-10)!} = \frac{50!}{10!40!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \dots \cdot 50}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot \dots \cdot 40} = 13\,917\,927\,170.$$

Приклад 21. З 7 занять, що йдуть у послідовності 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, три можливо використовувати для теоретичної підготовки. Це можуть бути заняття 1, 2, 3, або 4, 5, 6, або 5, 6, 7, або 1, 4, 5, або 2, 6, 7 і т.д. Скількома способами, можливо, підібрати ці три заняття?

Для визначення цього скористаємося формулою сполучень і знайдемо їхнє можливе число з  $n=7$  по  $k = 3$ :

$$C_7^3 = \frac{7!}{3!(7-3)!} = \frac{7!}{3!4!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = 35.$$

Перестановки - це утворення таких груп елементів, коли загальна їхня кількість не міняється, а змінюється порядок їхнього розташування. Перестановки елементів перебувають по формулі:

$$P_k = k!$$

де  $k$  - число всіх елементів;

$P$  - число перестановок з до елементів.

Приклад 22. Скількома способами можуть бути розташовані 6 гравців на волейбольному полі?

Загальна кількість гравців - 6. Число перестановок знаходимо по формулі (18):

$$P_6 = 6! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 720.$$

Приклад 23. Жереб визначає послідовність виступів 10 спортсменів. Скільки взагалі можливо способів у послідовності їхніх виступів?

Загальна кількість спортсменів - 10. Число перестановок знаходимо по формулі (18):

$$P_{10} = 10! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 = 3\,628\,800.$$

Розміщення — така група елементів, коли з більшого числа  $n$  вибирається їхнє менше число  $k$ , усередині яких роблять перестановки.

Розміщення обчислюють по формулі:

$$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!} \quad (19)$$

де  $A_n^k$  — число розміщень елементів із загального числа  $n$  по меншому числу  $k$ ;



$n$  - загальне число елементів;

$k$  - менше число елементів.

Приклад 24. З 6 тренувань, що йдуть у послідовності 1, 2, 3, 4, 5, 6, три відведені для занять гімнастикою. Це можуть бути заняття 1, 2, 3 або 1, 4, 5, або 3, 4, 6 і т.д. Послідовність занять гімнастикою також має значення. Серед вибраних трьох занять 1, 2, 3 це може 1, 2, 3 або 2, 1, 3, або 3, 1, 2, і т.д. Скільки можливо одержати варіантів для утворення послідовності трьох занять гімнастикою з перестановкою їх з 3 можливих?

Для визначення кількості варіантів знаходимо число розміщень  $A_n^k$  з 6 по 3:

$$A_6^3 = \frac{6!}{(6-3)!} = \frac{6!}{3!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 120$$

У висновку цього розділу відзначимо, що знаходження елементів комбінаторики: сполучень, перестановок і розміщень має значення для обчислення ймовірності при визначенні равноможливих подій, а також має своє самостійне значення, що видно, зокрема, з наведених прикладів.

### Контрольні питання

1. Скласти комбінаторику можливих комбінацій для ігреків волейбольної команди  $A_6^3$

### Практичне заняття № 10.

Тема. «Визначити, що обмірювано точніше пальпаторним методом: пульс спокою за 1 хв ( $p_1=72$  уд.) або за 10 з ( $p_2=11$  уд.), якщо абсолютна погрішність виміру  $\Delta p = \pm 1$  уд».

#### Рекомендована література

1. Годик В.Н. Спортивная метрология.-М.:ФиС.-1988.
2. Зациорский В.Н. Спортивная метрология.-М.:ФиС.-1982.
3. Коренберг В.Б. Учебный справочник-словарь по спортивной метрологии: Учебное пособие для студентов. - Малаховка, 1996.
4. Попков В.Н. Спортивная метрология: Курс лекций.-Омск:Изд-во СибГУФК, 2004. – 184
5. Уткин В.Л. Измерения в спорте. М.:ГЦОЛИФК.-1978.

**Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

## Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти методику вимірювання ЧСС пальпарним методом

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

### ЗНАТИ:

- характеристики вимірювання ЧСС;
- методику вимірювання ЧСС;

### ВМІТИ:

- користуватись теорією вимірювань у спорті ЧСС та АД;

### **Задача 1.**

Визначити, що обмірювано точніше пальпаторним методом: пульс спокою за 1 хв ( $p_1=72$  уд.) або за 10 з ( $p_2=11$  уд.), якщо абсолютна погрішність виміру  $\Delta p = \pm 1$  уд.

*Рішення:*

$$\varepsilon_{\text{абс}} = \frac{\Delta p}{p_{\text{вим}}} * 100\%$$

$$e_1 =$$

$$e_2 =$$

*Висновок:*

### **Контрольні питання**

1. Методика вимірювання ЧСС пальпарним методом.
2. Як точніше вимірюється пульс за-10с, 20с, 30с
3. Які прилади вимірюють пульс на дистанції.

**Задача 2. Дослідження взаємозв'язку морфо динамічних показників довжини ноги, результатів стрибка в довжину з місця і силою**

## **розгибателів колінного суглоба.**

### **Завдання:**

1. Виконати стрибок у довжину з місця і зафіксувати результати.
2. Провести морфо динамічні заміри довжини ноги.
3. Заміряти динамометром силу розгибателей колінного суглоба під кутом 95-105 градусів.
4. Провести кореляційний аналіз між результатами довжини стрибка, силою розгибателів колінного суглоба і довжиною ноги.

### **Пояснення:**

Методика досліджень взаємозв'язку морфо-динамічних показників і результатів стрибка у довжину з місця. Визначалися антропометричні показники нижніх частин тіла вимірювалися. Довжина ніг, стегна, гомілки і кут колінного суглоба в момент часу початку відштовхування. Довжину ніг дізнаються, віднімаючи величину зростання сидячи з величини зростання стоячи. Для виміру довжини частин нижніх кінцівок використовувалася методика морфологічних антропометричних вимірювань [3]. При проведенні антропометричних вимірів виконувалися всі вимоги, які забезпечують не тільки точність результатів, а й можливість їх порівняння.

Довжина нижньої кінцівки вимірювалася довжиною від остисто-подвздошней передній - найбільш виступаючою вперед точкою верхньої передній остисто клубової кістки до площі опори.

Довжина стегна вимірювалася - довжина нижньої кінцівки мінус висота над площею опори верхньої гомілкової точки, найвищої точки верхнього краю виростків великої гомілкової кістки..

Довжина стегна вимірювалася - довжина нижньої кінцівки мінус висота над площею опори верхньої гомілкової точки, найвищої точки верхнього краю виростків великої гомілкової кістки..

Довжина гомілки - різниця між висотою над площею опори верхньої гомілкової і нижньої гомілкової точок (проекційна відстань між цими точками).

Таблиця кореляційного зв'язку.

	Фамилия, Имя	Вес	Длина прыжка	Угол прыжка	Длина ног	Длина бедра	Длина голени	Сила ног	Угол бедра
1	Болотин	75	2,3	87	102	52	50	130	113
2	Дидур	80	2,88	75	112	54	57	260	111
3	Сосюкин	83	2,32	96	106	52	53	450	109
4	Скоморог	75	2,2	76	102	47	50	340	106
5	Вербицкий	70	2,19	81	94	46	44	250	101
6	Кирток	77	2,22	108	100	47	51	400	114
7	Мельник	58	2,07	118	100	47	48	150	110
8	Тюренков	79	2,2	120	109	53	57	420	114
9	Караповский	80	2,3	76	107	52	55	270	98
10	Булык	70	2,12	102	99	53	54	250	100
11	Трохимчук	63	2,25	102	107	49	50	260	108
12	Билоконь	85	2,5	101	105	49	55	450	117
13	Жосан	80	2,7	96	101	48	54	400	140
		75	2,32	95,23	103,38	48,8	49,9	310	103,92

0,56576

0,39594

0,49321

0,287786

0,530396

0,24213

0,55105

### Контрольні питання

1. Встановити кореляційний зв'язок між максимальною силою розгибання колінного суглоба і довжиною стрибка з розбігу.

### Практичне заняття № 11.

**Тема:** «Визначити точне значення показника станової сили в досліджуваного, якщо максимальне значення шкали станового динамометра  $F_{max}=450$  кг, клас точності приладу КТП=1,5%, а показаний результат  $F_{изм}=210$  кг»

### Рекомендована література

1. Смирнов Ю.И., Полевщиков М.М. Спортивная метрология: Учеб. для студ.пед. вузов.-М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 232с
2. Уткин В.Л. Измерения в спорте (введение в спортивную метрологию): Учеб. пособие. -М.,1978.-194с.
3. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса: Перевод с англ. /Отв.ред. В.С.Мищенко.- Киев: Олимпийская литература.-1998.- 430с.
4. Чернов К.Л. Теория индивидуального управления процессом спортивной подготовки/ К.Л.Чернов, Ю.Ф.Юдин, С.В.Брянкин.М.: Физкультура и спорт, 1988.-129с.

**Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

## Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

### ЗНАТИ:

- Методику точності вимірювань апаратурою;
- Визначення похибок при вимірюваннях;

### ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру та апаратурою;

**Тема** «Визначити точне значення показника станової сили»

### ЗАДАЧА 1.

Визначити точне значення показника станової сили в досліджуваного, якщо максимальне значення шкали станового динамометра  $F_{\max}=450$  кг, клас точності приладу  $КТП=1,5\%$ , а показаний результат  $F_{\text{физм}}=210$  кг.

*Рішення:*

$$КТП = \frac{\text{абсолютная погрешность прибора}}{\text{максимальное значение шкалы прибора}} \cdot 100\%$$

або

$$КТП = \frac{\Delta F}{F_{\max}} \cdot 100\%$$

$$\Delta F = \frac{КТП \cdot F_{\max}}{100\%} =$$

$$F_{\text{вим}} - \Delta F < F_{\text{точн}} < F_{\text{вим}} + \Delta F$$

### **Висновок:**

#### **Контрольні питання**

1. Поняття про точність вимірів і погрішності.
2. Види погрішностей (абсолютна, відносна, систематична й випадкова).
3. Поняття про клас точності приладу, тарировке, калібруванню й рандомизации.
4. методи визначення похибок.

### **Задача 2. Визначення кута в колінному суглобі за допомогою комп'ютерної програми «Протрактор-4».**

#### **Завдання:**

1. Заготовити таблицю для внесення вимірювань кутів у колінному суглобі на 4 кадрах відео циклограми техніки стрибка в довжину з місця.
2. Заміряти кут колінного суглоба в 4 кадрах у момент відштовхування за допомогою програми «Протрактор-4» і занести дані в таблицю.
3. Визначити на кадрах відео зйомки номер кадра і кут в колінному суглобі на початку відштовхування під час стрибків у довжину з місця.
4. Визначити момент часу відштовхування в стрибках в довжину з місця.

#### **Пояснення:**

Для безпосереднього вимірювання значень суглобових кутів застосовують прилади, котрі називаються гоніометри. Вони бувають двох типів — механічні та електромеханічні. Суглобовий кут у статичному положенні можна виміряти механічним гоніометром. Він складається з двох шарнірно з'єднаних планок, котрі закріплюються на сполучених ланках тіла (плече—передпліччя, стегно—гомілка), а вісь шарніра суміщають з віссю суглоба. Таким чином, кут, утворений двома планками, характеризує суглобовий кут. Щоб його виміряти, на одній з планок кріплять транспортер зі шкалою, а на другій — покажчик. Недоліком цього методу є те, що за його допомогою можна виміряти кути лише у статиці (визначається максимальна рухомість у суглобі). Для вимірювання кутів в суглобах ми пропонуємо використовувати комп'ютерну програму «Протрактор-4» яка дозволяє вимірювати кути при виконанні техніки фізичних вправ безпосередньо на комп'ютері. У програмі Protraktor-4 проводимо вимірювання кутів у суглобах, в нашому варіанті визначаємо кут колінного суглоба в момент часу початку відштовхування від опори і будуємо відеограму стрибка. Мал 3.(Відео 1.)

Відео 1.



### Контрольні питання

1. Поняття про точність вимірів і погрішності.
2. Види погрішностей (абсолютна, відносна, систематична й випадкова).
3. Поняття про клас точності приладу, тарировке, калібруванню й рандомизации.
4. методи визначення похибок.

### **Практичне заняття № 12.**

Тема. «Рандомизировать показання своєї частоти серцевих скорочень у спокої, вимірявши її тричі за 15 с.»

#### **Рекомендована література**

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвійв, І.В. Маляренко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.
3. Клименко А.П. Практика тестирования / А.П. Клименко. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 213 с.
4. Крылова Т.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии / Т.Д. Крылова. – М.: Знание, 1998. – 192 с.

## Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.

### Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

#### 1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### ЗНАТИ:

- характеристики вимірювання в системі СИ;
- Потужність і силу струму;
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

#### ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру;

#### Задача 1.

Рандомизировать показання своєї частоти серцевих скорочень у спокої, вимірявши її тричі за 15 с.

$p_1 =$  ;  $p_2 =$  ;  $p_3 =$  .

*Рішення:*

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3}$$

$$\bar{p} =$$

*Висновок:*

**Контрольні питання**



1. Предмет і задачі спортивної метрології.
2. Поняття про вимір і одиниці виміру.
3. Шкали вимірів.
4. Основні, додаткові, похідні одиниці СИ.
5. Розмірність похідних величин.
6. Поняття про точність вимірів і погрішності.
7. Види погрішностей (абсолютна, відносна, систематична й випадкова).
8. Поняття про клас точності приладу, тарировке, калібруванню й рандомизації.

**Градiєнт сили – це швидкість зміни сили в одиницю часу.**

$$\frac{\Delta F}{\Delta t} =$$

12. Визначити імпульс сили по формулі:

$$P = \int_{t_2}^{t_1} F(t) dt \quad (9)$$

**Імпульс сили – дія сили протягом якогось часу.**

P=

Від величини імпульсу сили прямо пропорційно залежить висота стрибка по Абалакову, а, отже, можна говорити про кореляційну залежність між показниками імпульсу сили й виконанням тесту Абалакова.

#### **Контрольні питання**

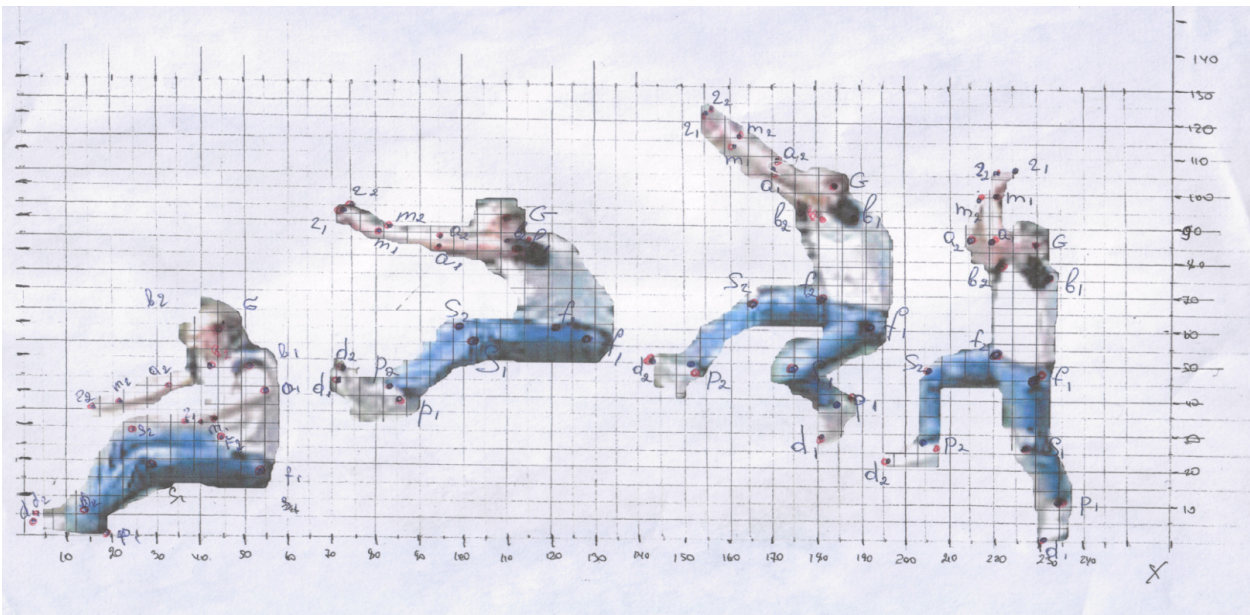
1. Що називається складом вимірювальної системи?
2. Що таке структура вимірювальної системи?
3. У чому відмінність простої вимірювальної системи від складної?
4. Види телеметрії і їхнє застосування у фізичному вихованні й спорті.

**Задача 2. «Методика зчитування координат частин тіла, побудова таблиці координат стрибка у довжину з розбігу.**

#### **Завдання:**

1. Роздрукувати циклограму стрибка у довжину з розбігу.

2. Помітити частини тіла і зняти їх координати, за допомогою логограми і внести дані у таблицю координат мал 4.



Мал 4. Відеограма стрибка у довжину з розбігу.  
Відеограма стрибка у довжину з розбігу.

### Пояснення:

Провести відео зйомку стрибка у довжину з розбігу. Вичертити на прозорій плівці таблицю координат по X-300 та Y-150 на форматі А-4, під віссю X розмітити часову шкалу відповідно часу номерів кадрів. Момент часу одного кадру 0,04с. Зчитати координати частин тіла і внести до таблиці координат.

Табл 1.

	G	b1	a1	m1	r1	b2	a2	m2	r2	F1	S1	P1	d1	F2	S2	P2	d2
X	45	54	55	44	31	43	33	25	16	55	31	19	2	45	25	14	3
Y	60	47	42	32	30	47	42	38	37	18	20	1	4	26	29	7	5
X	110	113	95	82	72	111	96	84	75	128	108	87	71	121	97	84	72
Y	96	82	83	87	93	84	86	88	95	57	56	40	45	60	61	45	48
X	184	189	172	163	156	178	168	161	155	192	172	184	181	181	166	153	142
Y	103	92	107	116	124	94	105	113	122	61	48	41	30	68	67	53	51
X	230	232	220	221	225	221	214	217	221	231	227	235	230	221	205	204	196
Y	87	76	87	100	107	79	88	99	111	47	27	11	1	54	49	29	23

### Контрольні питання.

1. Який рух вважають прямолінійним, криволінійним?
2. Яка методика побудови траєкторій точок за біокінематичною схемою?
3. Як визначити лінійні та кутові переміщення точок?

4. Що таке середня швидкість, миттєва швидкість?
5. Що таке прискорення, чому воно дорівнює?
6. Яка послідовність та хід роботи з визначення лінійних швидкостей точок тіла спортсмена?

### **Практичне заняття № 13.**

#### **Тема. Графічне зображення варіаційних рядів**

**Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

#### ***Рекомендована література***

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвійв, І.В. Малярєнко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.
3. Клименко А.П. Практика тестирования / А.П. Клименко. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 213 с.
4. Крилова Т.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологи / Т.Д. Крилова. – М.: Знание, 1998. – 192 с.

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- характеристики вимірювання в системі СИ;
- Потужність і силу струму;
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

## ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру;

### **Тема: Графічне зображення варіаційних рядів**

**Ціль:** навчитися будувати графіків (гістограму й полігон) розподілу частот у варіаційному ряді й робити по них висновки про однорідність групи по заданій ознаці.

### **Теоретичні відомості**

Аналіз варіаційних рядів спрощується при графічному поданні. Розглянемо основні графіки варіаційного ряду.

1. **Полігон** розподілу (мал. 5-I). На графіку  $s$  це крива, що відбиває по осі абсцис ( $X$ ) середні значення класів, а по осі ординат ( $Y$ )  $s$  частоту нагромадження величин у кожному класі.

2. **Гістограма** розподілу (мал. 5 -II). Графік, виконаний у прямокутній системі координат  $i$ , що відбиває по осі ординат ( $Y$ ) частоту нагромадження величин у класі, а по осі абсцис ( $X$ ) - границі класів.

Графічне подання результатів вимірів не тільки істотно полегшує аналіз і виявлення схованих закономірностей, але й дозволяє правильно вибрати наступні статистичні характеристики й методи.

### **ПРИКЛАД 4.1.**

Побудувати графіки варіаційного ряду 20 досліджуваних по показниках результатів тестування стрибка у висоту, якщо дані вибірки такі:

$x_i$ , див  $\sim$  185, 170, 190, 170, 190, 178, 188, 175, 192, 178, 176, 180, 185, 176, 180, 192, 190, 190, 192, 194.

**Рішення:**

1. Робимо ранжирування варіаційного ряду в порядку небування:

$x_i$ , див  $\sim$  170, 170, 174, 176, 176, 178, 178, 180, 180, 185, 185, 188, 190, 190, 190, 190, 192, 192, 192, 194.

2. Визначаємо мінімальне й максимальне значення варіант і розраховуємо розмах варіаційного ряду по формулі:

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (1)$$

$$R = 194 - 170 = 24 \text{ див}$$

3. Розраховуємо число класів по формулі Стерджеса:

$$N = 1 + 3,31 \cdot \lg n$$

$$\lg 20 = 1,301 \quad (2)$$

$$N = 1 + 3,31 \cdot 1,301 = 5,30631 \approx 5$$

4. Розраховуємо інтервал кожного класу по формулі:

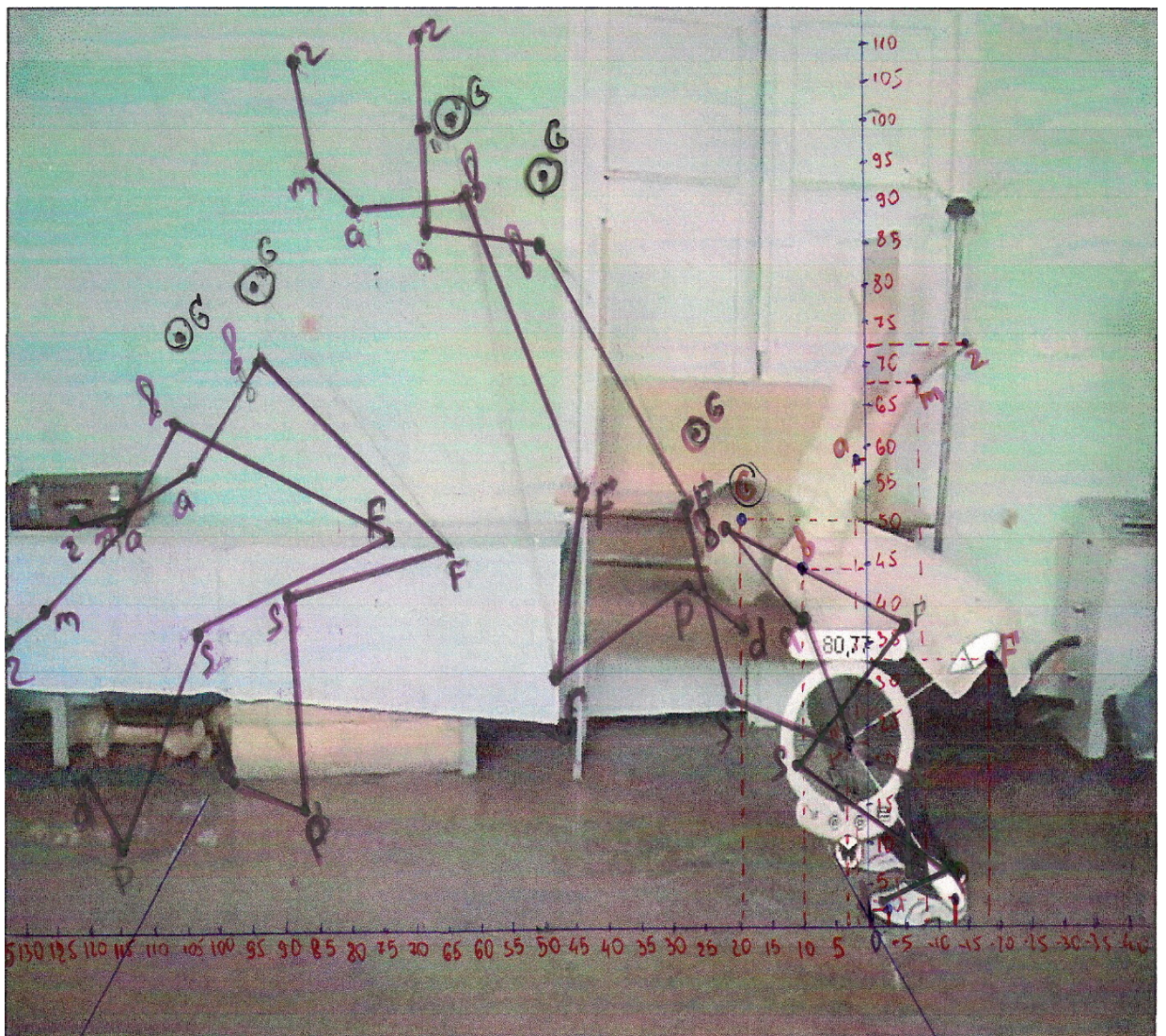
$$k = \frac{R}{N}$$

$$k = \frac{24 \text{ см}}{5} = 4,8 \text{ см} \quad (3)$$

**Задача 2. Побудувати графічним способом ЗЦТ на кадрах відеограми стрибка в довжину з місця і визначити кут польоту.**

#### Завдання:

1. Засняти на відеокамеру стрибок в довжину з місця.
2. Побудувати відео циклограму стрибка в довжину з місця.
3. Розрахувати графічним способом ЗЦТ на кожному кадрі у стрибку в довжину з місця.
4. З'єднати кривою ЗЦТ у стрибку і визначити кут переміщення ЗЦТ під час стрибка.



Мал 5. Відеограма стрибка у довжину з місця.

### **Пояснення:**

Зняти на відео стрибок у довжину з місця. За допомогою програми «Wertual Dub» вибрати необхідні кадри стрибка: 1- момент початку відштовхування, 2 -момент вильоту, 3- політ у найвищій точці, 4- початок приземлення. Знайти графічним способом у кожному кадрі ЗЦТ. ЗЦТ з'єднати між собою лінією. За допомогою транспортира визначити кут переміщення ЗЦТ.

### **Контрольні питання.**

- 1.Що таке геометрія мас?
- 2.Які особливості вимірювання геометрії мас людини?
- 3.Які вимірювання тіла людини необхідно виконати, щоб визначити площу поверхні тіла та питому вагу? Що такс ЗЦМ тіла людини і які методи його визначення ви знаєте?
- 4.Чим відрізняється ЗЦМ тіла людини від ЦМ біоланки?
- 5.Що впливає на розташування ЗЦМ?
- 6.Які розрахункові методи визначення ЗЦМ тіла ви знаєте?

### **Практичне заняття № 14.**

**Тема: Визначити кут переміщення ЗЦТ у стрибку в довжину з розбігу.**

#### **Рекомендована література**

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвіїв, І.В. Малярєнко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.

**Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

**Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

ЗНАТИ:

- характеристики вимірювання в системі СИ;
- Потужність і силу струму;
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

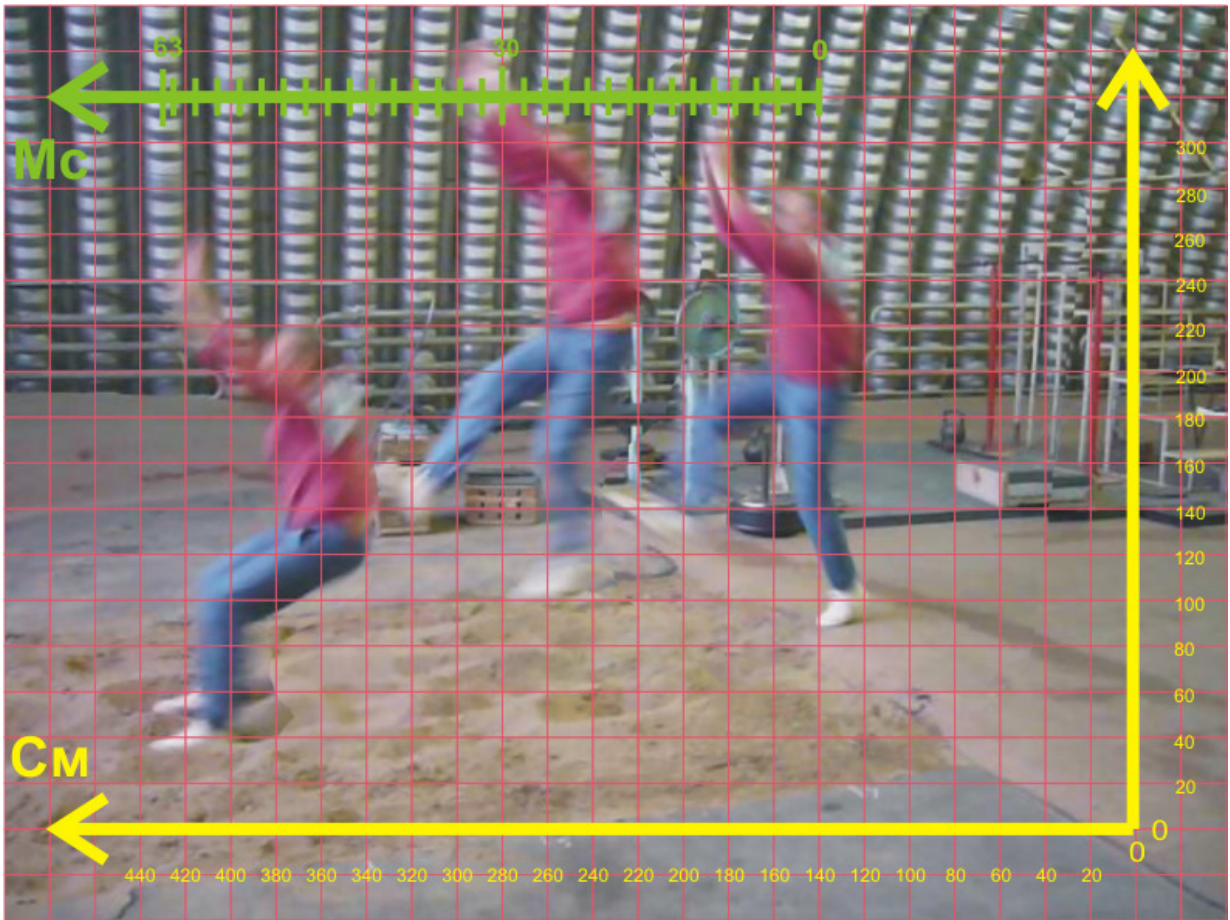
ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру;

**Тема: Визначити кут переміщення ЗЦТ у стрибку в довжину з розбігу.**

**Завдання:**

1. Побудувати відеограму стрибка у довжину з розбігу.
2. Знайти графічним способом ЗЦТ у кожній позі на відеограмі.
3. Визначити кут траєкторії переміщення ЗЦТ у стрибку в довжину з розбігу на відеограмі.



Мал 6.

**Пояснення:**

Зняти на відео стрибок у довжину з розбігу. За допомогою програми «Верт дуб» вибрати необхідні кадри стрибка: 1 -момент вильоту, 2- політ у найвищій точці, 3- початок приземлення. Знайти графічним способом у кожному кадрі ЗЦТ графічним способом. ЗЦТ з'єднати між собою лінією. За допомогою транспортира визначити кут переміщення ЗЦТ.

**Контрольні питання.**

1. Що впливає на розташування ЗЦМ?
2. Які розрахункові методи визначення ЗЦМ тіла ви знаєте?
3. Що необхідно знати, щоб визначити вагу біоланки тіла людини?
4. Від чого залежить момент інерції біоланки?
5. Що таке центр поверхні тіла та центр об'єму тіла?
6. Як впливає геометрія мас тіла людини на її рухову активність?

**Практичне заняття № 13.**

**Тема: Побудова параметричного графіку колінного суглоба у бігу на комп'ютері.**



## ***Рекомендована література***

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвіїв, І.В. Малярєнко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.

### **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- Методики побудови відеоциклограми;
- Параметричні графіки колінного суглоба побудовані на комп'ютері;
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

#### **ВМІТИ:**

- Користуватись теорією виміру;
- Будувати на комп'ютері кінематичні графіки колінного суглоба

#### **З а в д а н н я:**

- 1.Роздрукувати відеограму бігу.
- 2.Визначити координати колінного суглоба у всіх 10 кадрах і внести в таблицю координат по X і Y.

### П о я с н е н н я:

1. З таблиці координат по У будуємо переміщення колінного суглоба в 10 кадрах.

2. Згідно даних перших різностей будуємо на другому графіку швидкість колінного суглоба.

3. На третьому графіку з таблиці других різностей, які визначають прискорення колінного суглоба будуємо третій графік.

Побудувати в програмі «Ексель» параметричний графік переміщення колінного суглобу і його швидкості і прискорення. Зробити аналіз і висновки про швидкість руху колінного суглобу під час розбігу і відштовхування.

Практичний хід роботи комп'ютерної побудови на прикладі кіноциклограмми техніки бігу.

1. Запускаємо Microsoft Office Excel

2. Вносимо дані значень S-U і номери кадрів в осередки, будуємо осі координат.

3. Включити комп'ютер:

1. Заходимо в **Пуск**

2. Наводимо на програму **Microsoft Excel** і натискаємо на неї л.к.м.

3. Вводимо координати всіх значень переміщення колінного суглоба 10 кадрів.

**Sy-(,f)**

У рядок № 1 вводимо всі значення F, а в рядок № 2 номери з 1 по 10 кадр.

4. Далі заходимо підпункт Вставлення у верхньому ряду екрану натискаємо л.к.м. і вибираємо **Діаграми** і натискаємо л.к.м. в результаті отримуємо Меню вибору **Діаграмм** наводимо курсором на **Тип Діаграмм** і вибираємо **Точкова** і натискаємо л.к.м.

5. натиснути **Готово.**

Отримали **Формат Осі**

6. Виставляємо шкалу осі Y навівши курсором на шкалу з подвійним натисканням л.к.м.

Знаходимо під пункт **Шкала**

Виставляємо **Мінімальне значення -40**, **Максимальне 60**

**Ціна основного поділу 10.**

7. Нажимаємо **ОК.**

8. Наводимо курсор на **Вісь X** навівши курсором на шкалу з подвійним натисканням л.к.м.

Отримали **Формат осі**

Находимо під пункт **Шкала**

Виставляємо **Мінімальне значення 1**, **Максимальне 10**

**Ціна основного ділення 10.**

Нажимаємо **ОК**.

Отримали точки тіла 10 кадрів.

Отримали **Формат елемента даних**

9. Чотири з'єднати точки частин тіла в і а виділяємо їх натисканням л.к.м. виділили і натискаємо і натискаємо пр.к.м. відривається Формат точки даних натискаємо л.к.м.

Відкривається Формат елемента даних

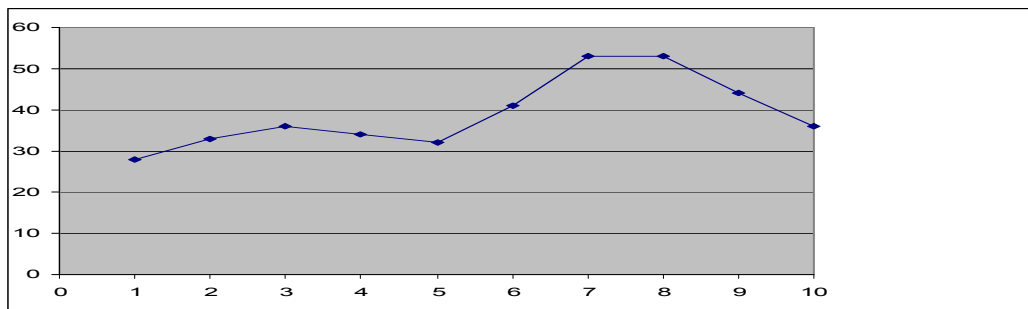
Наводимо курсором на Звичайний і наж. **ОК**.

З'єднати точки.

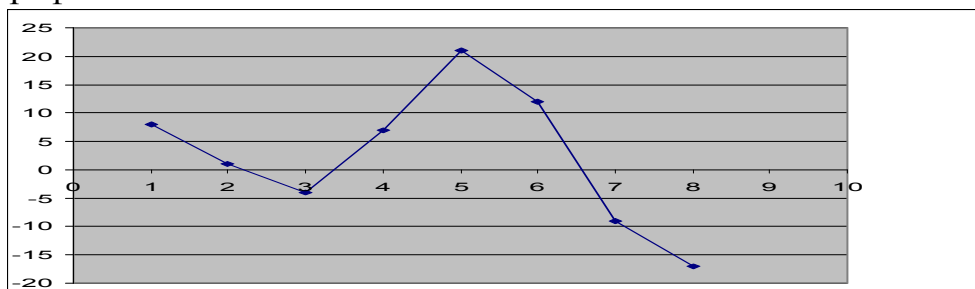
10. Виділяємо точки F 1-10 кадрів курсором натискаємо пр.к.м. відкривається Формат точки даних натискаємо л.к.м. наводимо курсором на Звичайний і натискаємо **ОК**.

11. За цією ж методикою з'єднуємо частини тіла інших 9 поз і в результаті отримуємо відеоциклограми переміщення колінного суглоба.

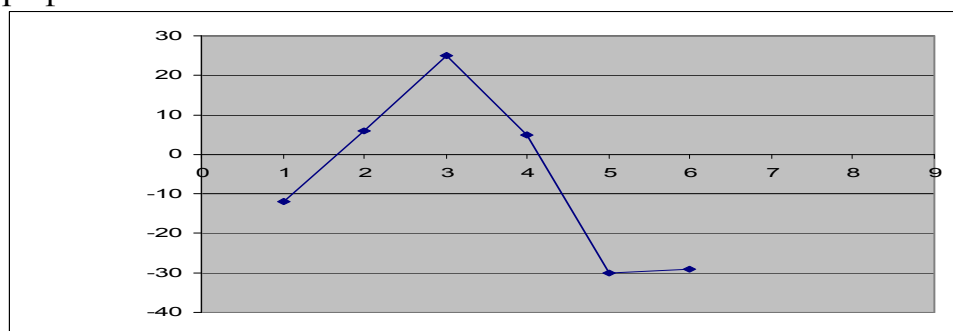
Параметричні графіки колінного суглоба побудовані на комп'ютері.



Граф. 1



Граф. 2



Граф. 3

Друге завдання. Спринтер біжить стометрову дистанцію за  $t = 10$  сек.

Довжина його ніг  $l_1 = 1.0$  м-, а середня довжина кроку складає  $l = 2.0$ .

**ЗНАЙТИ:** Середню швидкість руху його стопи в циклі кроку ( $V$ ).

**РІШЕННЯ.** Визначимо частоту /темп/ рухів однієї ноги спринтера: на всій дистанції обидві ноги вироблять 50 кроків ( $100 : 2$ ), або 50 обертальних циклів, одна нога відповідно  $n = 25$  циклів за 10 циклів. Отже, середня швидкість /частота/ обертових рухів ноги спринтера складе:

$$W = \frac{n}{t} \left( W = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ гц} \right)$$

Знаючи довжину ланок його ноги  $l_1$ , знайдемо середню швидкість його стопи:?

$$V = l_1 W (1,0 \times 2,5 = 2,5 \text{ м/сек}).$$

### **Контрольні питання**

1. Яка послідовність та хід роботи з визначення лінійних швидкостей точок тіла спортсмена?
2. Як визначити лінійне прискорення точок біоланок?
3. Як визначити горизонтальну та вертикальну складові швидкості та прискорення?
4. Який рух називається обертальним?
5. Що таке кутова швидкість?
6. У яких одиницях вимірюється кутова швидкість?
7. Як вибрати масштаби кінематичних графіків координат, швидкостей та прискорень?

Практичне заняття № 15.

**Тема: Визначити ЗЦТ у стрибках способом «Фосборі Флоп».**

### **Рекомендована література**

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвійів, І.В. Маляренко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.
3. Клименко А.П. Практика тестирования / А.П. Клименко. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 213 с.
4. Крилова Т.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии /

Т.Д. Крилова. – М.: Знание, 1998. – 192 с.

## **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

#### **1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів**

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- Комп'ютерну програму Vertual Dyb;
- Центри мас тіла;
- Методику визначення загального центру ваги

#### **ВМІТИ:**

- користуватись теорією виміру;
- знаходити загальний центр мас у стрибку Фосфорі флоп

#### **Завдання:**

1. Провести відеозйомку техніки стрибка у висоту способом «Фосборі Флоп»
2. Вибрати кадр найвищого положення взльоту, роздрукувати на комп'ютер і визначити ЗЦТ.
3. Проаналізувати техніку стрибка – співвідношення ЗЦТ і рівня планки у стрибках в висоту у найвищому положенні.

#### **П о я с н е н н я:**

Вибираємо кадр у найвищій точці взльоту. У вибраному кадрі стрибка у момент найвищого положення взльоту знаходимо ЗЦТ графічним способом.

Аналізуємо техніку стрибка при переході через планку, знаходження

ЗЦТ по відношенню до планки, висновки, рекомендації.

**ДРУГЕ ЗАВДАННЯ:**

При стрибку В.Брумеля в висоту з розбігу (результат 2,28 м) ЗЦТ стрибуна був піднятий на  $H = 1,1$  м.

**ЗНАЙТИ:**

- вертикальну швидкість зльоту ( $V_0$ );
- час безопорной фази ( $t_{пол.}$ ).

**РІШЕННЯ.**

1. Кінетична енергія, витрачена на повідомлення швидкості тіла, дорівнює по переміщенню тіла в полі сили тяжіння:

**НАЙТИ:**

- вертикальну швидкість зльоту ( $V_0$ );
- час безопорной фази ( $t_{пол.}$ ).

**РІШЕННЯ.**

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgH$$

$$V_0 = \sqrt{2gH} \quad (V_0 = \sqrt{2,0 \times 9,8 \times 1,1} = 4,65 \text{ м/сек})$$

Теж саме:

$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g}$$

2. Час безопорної фази визначається по формулі:

$$t_{\text{пол.}} = \frac{2V_0}{g} \quad \left( t_{\text{пол.}} = \frac{2,0 \cdot 4,65}{9,8} = 1,0 \text{ сек} \right)$$

**Контрольні питання.**

1. Яка різниця у поняттях ЗЦТ та ЗЦМ?
2. Які анатомо-фізіологічні особливості локалізації ЗЦТ тіла людини?
3. Який зміст теореми про суму моментів сил відносно певної осі?
4. Що таке момент сили тяжіння, що діє на окремі біоланки або усе тіло відносно вибраної осі?
5. Як визначити положення ЦТ окремих біоланок?
6. Яка відносна вага великих біоланок тіла людини?

**Практичне заняття № 16.**

**Тема: Побудова відеоциклограмми (ВЦГ) стрибка в довжину з Розбігу**

## ***Рекомендована література***

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвіїв, І.В. Малярєнко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.
3. Клименко А.П. Практика тестирования / А.П. Клименко. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 213 с.

### **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- Методику проведення відео зйомки;
- Методику манкіровки тіла спортсмена;
- Вивчати щоб знати і вміти виконувати відео зйомку

#### **ВМІТИ:**

- Вміти виконувати відео зйомку;
- На комп'ютері виконувати експрес аналіз техніки стрибка в довжину з розбігу

#### **О с н о в н і з а д а ч і:**

1. Навчитися знімати координати точок тіла з фотографії за допомогою шаблону.

2. Навчитися складати таблицю координат в комп'ютері.
3. Навчитися по координатах знаходити положення точок тіла і креслити схематичні пози людини на комп'ютері.

### П о я с н е н н я:

1. Відеоциклограма (ВЦГ) – рис.1 – просторово – тимчасова діаграма рухів. Вона показує, де розташовуються точки тіла в просторі і як вони змінюють своє положення через певні інтервали часу.

2. Відеоциклограму будують по кадрах кіноплівки або фотовідео зйомки з них ДВОМА способами:

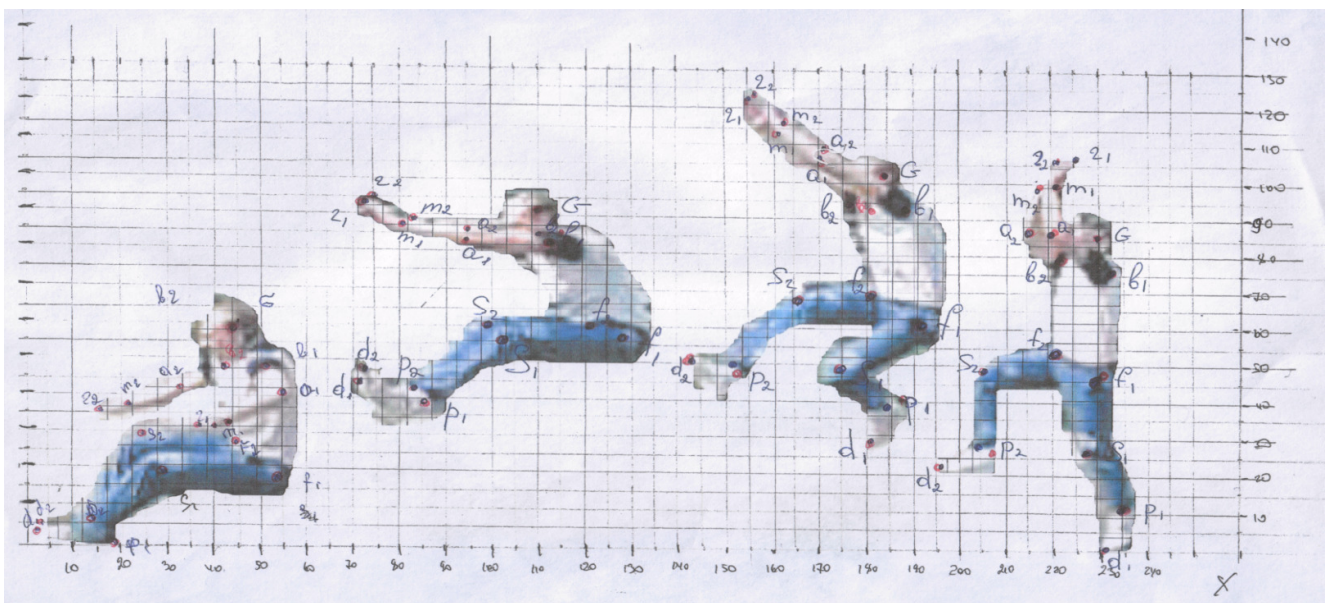
а) проекцією на координатну сітку (з відео камери), при цьому мінімум два орієнтири на кожному кадрі (або знімку) повинні поєднатися з їх зображенням на координатній сітці.

б) по координатах кожної крапки (відносно вибраного початку координат) на кожному кадрі або знімку (координати; спочатку прочитуються по кожному знімку і ЗАПИСУЮТЬСЯ в таблицю координат), в обох способах ЗАЗДАЛЕГІДЬ вибирають масштаб зображення (звичайно 1:10 або 1:20). Дивись таблицю координат №1

3. По отриманій на координатній сітці ВЦГ (способом проекції) прочитують координати крапок і записують їх в таблицю координат. В обох випадках в результаті вийдуть ВЦГ і таблиця координат, по яких ведуть подальшу обробку.

Мал. 9. Відео стрибка в довжину з розбігу (4 кадри).

G	b1	a1	m1	r1	b2	a2	m2	r2	F1	S1	P1	d1	F2	S2	P2	d2
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----





X																	
У																	

Координати для побудови ВЦГ необхідно записати в таблицю координат у наступному вигляді:

Де:

G – точка якою позначена голова;

b1(2) – точка якою позначене плече ліве (праве);

a1(2) – точка якою позначено лікоть лівий (правий);

m1(2) – точка якою позначено зап'ясток лівий (правий);

г1(2) – точка якою позначено кінець пальців лівої (правої) руки;

F1(2) – точка якою позначено стегно ліве (праве);

S1(2) – точка якою позначено коліно ліве (праве);

P1(2) – точка якою позначено п'ятка ліва (права);

d1(2) – точка якою позначено кінець пальців лівої (правої) ноги.

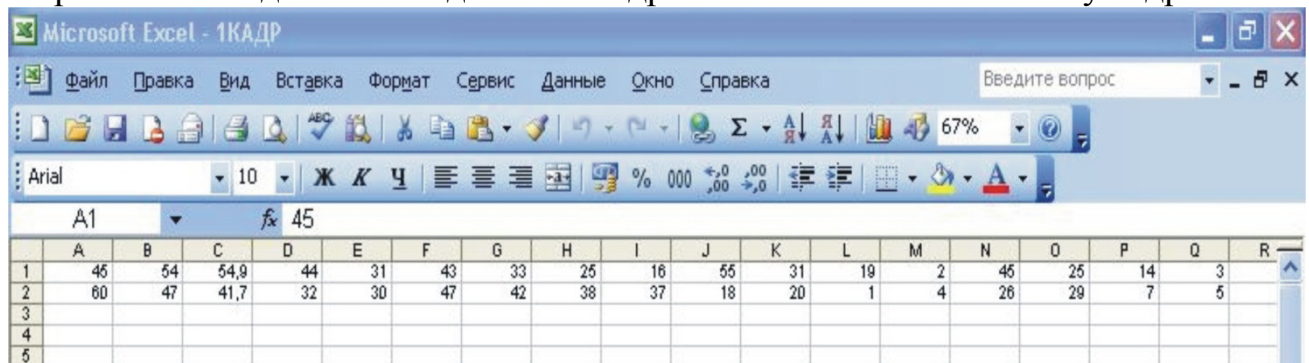
Внаслідок зняття даних з фотографії за допомогою шаблону отримуємо таблицю координат:

Таблиця координат стрибка в довжину з розбігу

Для того щоб добудувати ВЦГ нам необхідно внести координати точок тіла в таблицю Excel. Всі координати по осі «X» вводяться по черзі в першу

	G	b1	a1	m1	г1	b2	a2	m2	г2	F1	S1	P1	d1	F2	S2	P2	d2
X	45	54	55	44	31	43	33	25	16	55	31	19	2	45	25	14	3
У	60	47	42	32	30	47	42	38	37	18	20	1	4	26	29	7	5
X	110	113	95	82	72	111	96	84	75	128	108	87	71	121	97	84	72
У	96	82	83	87	93	84	86	88	95	57	56	40	45	60	61	45	48
X	184	189	172	163	156	178	168	161	155	192	172	184	181	181	166	153	142
У	103	92	107	116	124	94	105	113	122	61	48	41	30	68	67	53	51
X	230	232	220	221	225	221	214	217	221	231	227	235	230	221	205	204	196
У	87	76	87	100	107	79	88	99	111	47	27	11	1	54	49	29	23

строчку по черзі починаючи з першого кадру, а по осі «У» в другу. Головним є правильне введення послідовності кадрів і частин тіла на кожному кадрі.

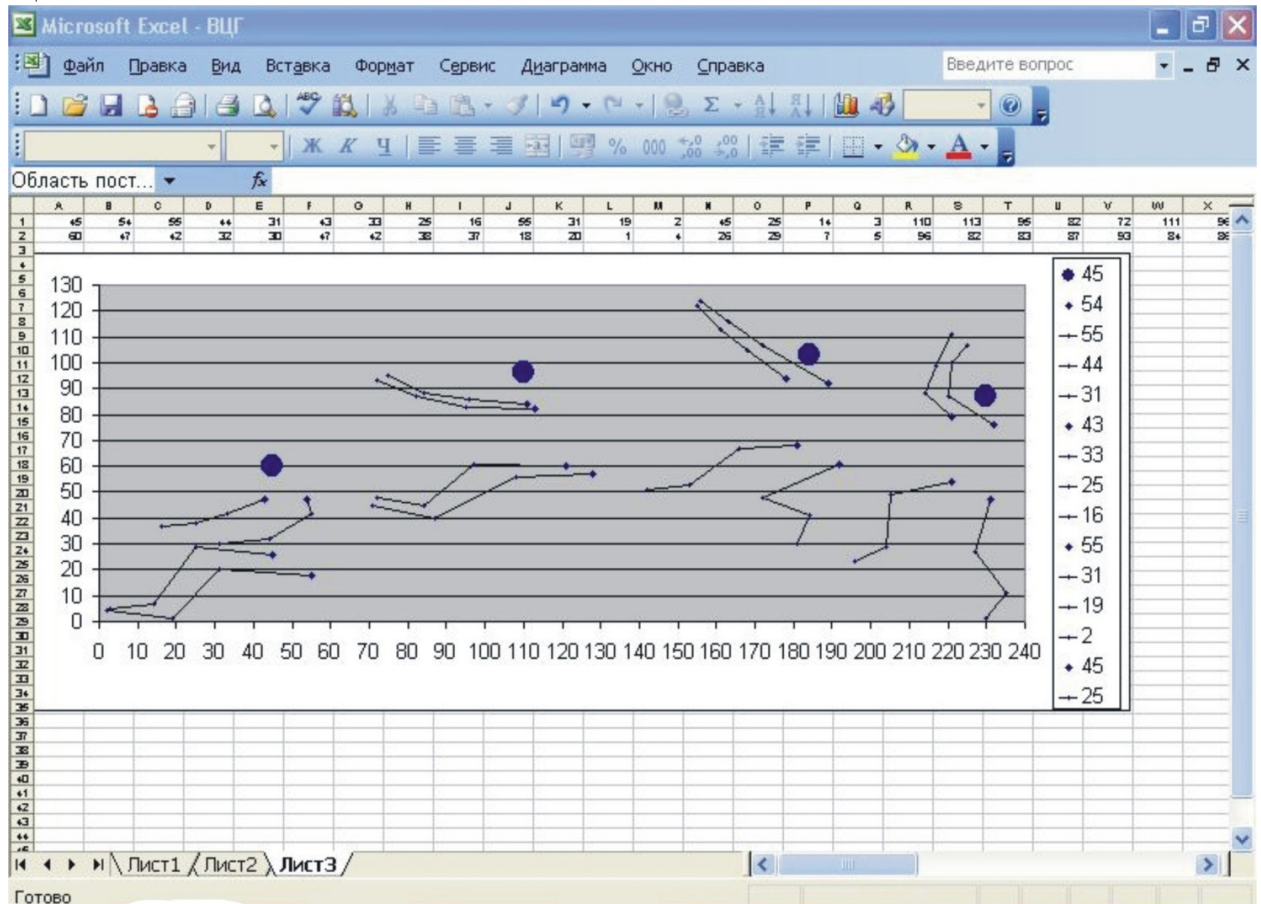


Мал.9. Таблиця Excel з введеними координатами першого кадру.

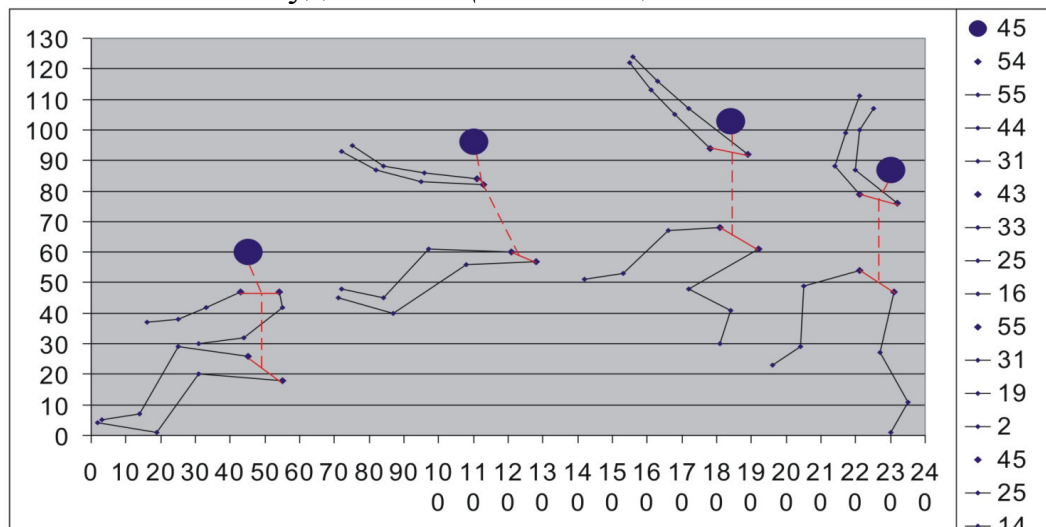
Після того як усі дані були введенні ми будемо діаграму в наслідок чого отримуємо купу точок, які необхідно з'єднати між собою, і позначити

окремо голову. Після з'єднання точок діаграма повинна мати вигляд як на малюнку №3.

Для того щоб з'єднати між собою плечі, стегна, провести схематично хребет та шию необхідно використати програму CorelDRAW. Після того як на всіх кадрах будуть з'єднані кінцівки ми отримаємо ВЦГ яка повинна мати вигляд як на малюнку № 4. Краще за все з'єднувати іншим кольором для того щоб лінії не зливалися.



Малюнок 10. Побудована ВЦГ в таблиці Excel.



Малюнок 11. Побудована ВЦГ.

Хід практичної роботи на комп'ютері при побудові ВЦГ стрибка в

довжину з розбігу:

**I.** Побудувати діаграму в таблиці Excel:

1. Вмикаємо комп'ютер;  
2. Запускаємо програму Microsoft Excel: Пуск>Всі програми> Microsoft Office> Microsoft Office Excel;

3. Вводимо координати всіх значень частин тіла 4 кадрів.

$S_x - (G, b_1, a_1, r_1, m_1, F_1, S_1, P_1, d_1)$

$S_y - (G, b_2, a_2, r_2, m_2, F_2, S_2, P_2, d_2)$

В строку №1 всі значення X, а в №2 значення Y.

4. Побудова діаграми: Утримуючи л.к.м. виділяємо всі введені дані по X та Y, потім виконуємо дію **Вставка> Діаграми> Меню вибору діаграм> Тип діаграми> Точкова>Готово.**

5. Виставляємо шкалу осі Y наводимо курсор на шкалу і виконуємо подвійний клік л.к.м., отримали діалогове вікно де **Формат осі> Шкала> Мінімальне значення (-20)> Максимальне значення (160)> Ціна основного поділу (20)> ОК.**

6. Виставляємо шкалу осі X наводимо курсор на шкалу і виконуємо подвійний клік л.к.м., отримали діалогове вікно де **Формат осі> Шкала> Мінімальне значення (-20)> Максимальне значення (340)> Ціна основного поділу (20)> ОК.**

Отримали точки тіла 4 кадрів.

7. Обводимо голову колом: виділяємо точку голови л.к.м. отримали **Формат елемента даних> Вид> Тип маркера> Коло> розмір 20ПТ> ОК.**

8. Для того щоб з'єднати точки частин тіла  $b_1$  та  $a_1$  виділяємо їх натиском л.к.м. й натискаємо пр.к.м. отримавши **Формат елемента даних> тип ліній звичайний> ОК.**

9. Виконуємо послідовне з'єднання всіх частин тіла для усіх 4 кадрів  $b_1 > a_1 > r_1$  та  $F_1 > S_1 > P_1 > d_1$ ;  $b_2 > a_2 > r_2$  та  $F_2 > S_2 > P_2 > d_2$ .

Отримуємо ВЦГ як показано на малюнку №3.

**II. З'єднання між собою плечей, стегон, схематичне зображення шії та хребта.**

1. Запускаємо програму CorelDRAW: знаходимо на робочому столі ярлик CorelDRAW і запускаємо програму подвійним натиском л.к.м.

2. Для того щоб вставити діаграму з таблиці Excel в програму CorelDRAW необхідно навести курсор на діаграму натиснути пр.к.м. і вибрати копіювати, потім відкрити програму CorelDRAW натиснути пр.к.м. і видрати вклеїти.

3. З лівої сторони на вертикальній панелі знаходимо автотемпорування або натискаємо «S». Після чого наводимо курсор на точку правого плеча і зажавши л.к.м. пересуваємо курсор до лівого плеча. Теж саме робимо зі стегнами, потім від голови до середини лінії яка з'єднує плечі, а звідси до середини лінії яка з'єднує стегна. Отримавши всі лінії на всіх 4 кадрах наводимо курсор на саму верхню іконку в лівій панелі, отримуємо звичайний

курсор (указатель).

4. Наводимо курсор на лінію, яка з'єднує стегна, і виділяємо її, потім в правому нижньому куті знаходимо колір контура виконуємо подвійний клік л.к.м. **Колір> червоний> ширина> 0,353мм> ОК.** Наводимо курсор на лінію, яка з'єднує плечі, і виділяємо її, потім в правому нижньому куті знаходимо колір контура виконуємо подвійний клік л.к.м. **Колір> червоний> ширина> 0,353мм> ОК.** Дану дію виконуємо на всіх 4 кадрах.

5. Наводимо курсор на лінію, яка з'єднує шию з плечима, і виділяємо її, потім в правому нижньому куті знаходимо колір контура виконуємо подвійний клік л.к.м. **Колір> червоний> ширина> 0,353мм> стиль> пунктир> ОК.** Наводимо курсор на лінію яка є умовним хребтом і виділяємо її, потім в правому нижньому куті знаходимо колір контура виконуємо подвійний клік л.к.м. **Колір> червоний> ширина> 0,353мм> стиль> пунктир> ОК.** Дану дію виконуємо на всіх 4 кадрах.

Виконавши всі ці дії отримуємо ВЦГ як показано на малюнку 11.

#### **Контрольні питання.**

1. Що таке відео циклограма ?
2. Що треба зробити щоб побудувати відео циклограму?
3. У якої комп'ютерної програмі будується відео циклограма?
4. Які фізичні вправи можна будувати на відео циклограмі ?
5. Яка методика розмітки поля для відео зйомки ?
6. Як скласти таблицю координат для побудови відео циклограми ?

## Практичне 17

### Тема. Контроль за фізичними якостями

#### **Контрольні питання**

1. Розмірність похідних величин.
2. Поняття про точність вимірів і погрішності.
3. Види погрішностей (абсолютна, відносна, систематична й випадкова).
4. Поняття про клас точності приладу, тарировке, калібруванню й рандомизації.

#### *Рекомендована література*

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

2. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвійв, І.В. Маляренко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.
3. Клименко А.П. Практика тестирования / А.П. Клименко. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 213 с.
4. Крилова Т.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии / Т.Д. Крилова. – М.: Знание, 1998. – 192 с.

### **Методичні вказівки проведення практичних занять з метрологічного контролю у фізичному вихованні.**

#### **Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

1.1 Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів перевірка рандомізацією

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### **ЗНАТИ:**

- характеристики вимірювання в системі тестів засобом рандомізації;
- знати методику рандомізації
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

#### **ВМІТИ:**

- користуватись теорією виміру
- Контролювати фізичні якості

#### **Пояснення**

#### **Контроль за швидкісними якостями**

Швидкісні якості спортсменів проявляються в здатності виконувати руху в мінімальний проміжок часу. Прийнято

виділяти елементарні й комплексні форми прояву швидкісних якостей (М.А.Годик, 1966).

Елементарні форми містять у собі:

- а) час реакції;
- б) час одиночного руху;
- в) частоту (темп) локальних рухів.

Комплексні форми представлені швидкістю виконання спортивних рухів (часом спринтерського бігу, ривків футболіста або хокеїста, ударів боксера й т.п.).

#### Контроль за часом реакції

Час виконання будь-якої вправи звичайно складається із двох змінних: *часу реакції (ВР)* і *часу руху (ВД)*. Наприклад, результат у бігу на 100 м, рівний 10,5 з, являє собою суму часу стартової реакції бігуна (0,15 с) і часу пробігу дистанції (10,35 с). "Питома вага" ВР виявляється найбільшим у тих вправах, де його значення порівнянні із часом наступних за реагуванням рухів (найбільш типова така ситуація в спортивних іграх і єдиноборствах).

Розрізняють *прості й складні реакції*: останні, у свою чергу, підрозділяються на *реакції вибору й реакції на об'єкт, що рухається*.

Час простої реакції вимірюють у таких умовах, коли заздалегідь відомий і тип сигналу, і спосіб відповіді (наприклад, при загорянні лампочки - відпустити кнопку, на постріл - стартера почати біг). Тривалість простих реакцій порівняно невелика й, як правило, не перевищує 0,3 с.

У лабораторних умовах вимір ВР проводиться за допомогою *реакциометрів (хронорефлексометрів)*. Сигнал (звуків, світловий або тактильний) повинен бути стандартним. Погрішність вимірювального комплексу не повинна перевищувати одиницю миллисекунди. Наприклад, при вимірі ВР на світловий подразник повинні бути стандартизовані: відстань між спортсменом і сигналом, форма, колір і яскравість сигналу, тло, на якому пред'являється, освітленість

приміщення, розмір і форма датчика, зусилля, що прикладається до нього, спосіб відповіді (натискання або відрив).

У соревновательних умовах спосіб виміру ВР обумовлюється особливостями старту, або умовами виконання елементів соревновательного вправи. Наприклад, на стартові колодки (стартову тумбу басейну й т.п.) містяться контактні датчики, припустима погрішність спрацьовування яких не повинна перевищувати 1-2 мс. Стартові пістолет, датчики й час вимірювальний пристрій (ВИУ) з'єднані між собою так, що постріл пістолета запускає ВИУ, а замикання (або розмикання) контакту зупиняє його.

ЗАДАЧА 2.

**Градiєнт сили — це швидкість зміни сили в одиницю часу.**

$$\frac{\Delta F}{\Delta t} =$$

12. Визначити імпульс сили по формулі:

$$P = \int_{t_2}^{t_1} F(t) dt \quad (9)$$

**Імпульс сили — дія сили протягом якогось часу.**

P=

Від величини імпульсу сили прямо пропорційно залежить висота стрибка по Абалакову, а, отже, можна говорити про кореляційну залежність між показниками імпульсу сили й виконанням тесту Абалакова.

**Контрольні питання**

1. Що називається складом вимірювальної системи?
2. Що таке структура вимірювальної системи?
3. У чому відмінність простої вимірювальної системи від складної?
4. Види телеметрії і їхнє застосування у фізичному вихованні й спорті.

**Мета і завдання проведення практичних занять (ПЗ)**

Практичне заняття 16.

Метою проведення ПЗ є підготовка студентів - майбутніх фахівців з

метрологічного контролю у фізичному вихованні закріпити теоретичні знання і застосувати їх на практиці.

Завдання проведення ПЗ. Засвоїти теорію вимірів

Внаслідок проведення ПЗ студенти повинні:

#### ЗНАТИ:

- характеристики вимірювання в системі СИ;
- Потужність і силу струму;
- вивчати щоб знати, знати щоб діяти

#### ВМІТИ:

- користуватись теорією виміру;

#### Задача

### ТЕСТУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФІЗКУЛЬТУРОЮ Й СПОРТОМ

---

Пояснення.

Слово **тест** у перекладі з англійського означає "проба" або "випробування". Уперше цей термін з'явився в науковій літературі наприкінці минулого століття, а широке поширення одержав після опублікування в 1912 р. американським психологом Е.Торндайком роботи із застосування теорії тестів у педагогіці.

У спортивній метрології **тестом** називають вимір або випробування, проведене з метою визначення стану або характеристик спортсмена, що задовольняє наступним спеціальним метрологічним вимогам:

1. **Стандартизованність** — дотримання комплексу мер, правил і вимог до тесту, тобто процедура й умови проведення тестів повинні бути однаковими у всіх випадках використання їх. Всі тести намагаються уніфікувати й стандартизувати.
2. **Інформативність** — це властивість тесту відбивати ту якість системи (наприклад, спортсмена), для якого він



використовується.

3. **Надійність** тесту — ступінь збігу результатів при повторному тестуванні тих самих людей в однакових умовах.

4. **Наявність системи оцінок.**

**Завдання.** Хід роботи

1. Постановка задачі тестування. Кожний зі студентів повинен протестуватися по всім 10-ти пропонованих тестах і свої результати записати у свій рядок групової таблиці 4.2.

Тестування кожного досліджуваного виробляється в наступній послідовності:

**Тест 1. Вага** виміряється на медичних вагах, які попередньо врівноважуються на нулі за допомогою рухливих балансів. Величина ваги (P) відлічується на шкалі з точністю до 1 кг і записується в стовпець 3 таблиці.

$$\Delta P = \pm 0,05 \text{ кг}$$

**Тест 2.** Ріст виміряється за допомогою ростомера. Величина росту (H) відлічується по сантиметровій шкалі з точністю до 1 див і записується в стовпець 4 таблиці.

$$\Delta H = \pm 0,1 \text{ см}$$

**Тест 3.** Індекс Кетле, що характеризує весо-ростовое співвідношення, розраховується шляхом ділення ваги досліджуваного в грамах на ріст у сантиметрах. Результат записується в стовпець 5.

**Тест 4.** Пальпаторно в області променевої або сонної артерії виміряється частота серцевих скорочень у стані відносного спокою (ЧССп) за 1 хв і записується в стовпець 6. Потім випробуваний виконує 30 повних присідань (темп — одне присідання в секунду) і відразу після навантаження виміряється ЧСС за 10 с. Після 2-х мінут відпочинку виміряється ЧСС відновлення за 10 с. Потім результати перераховуються за 1 хв і записуються в стовпці 7 і 8.

**Тест 5.** Розрахунок індексу Руфье виробляється по формулі:

$$R = \frac{(\text{ЧСС}_\text{п} + \text{ЧСС}_\text{н} + \text{ЧСС}_\text{в}) - 200}{10}$$

R =

**Тест 6.** Становим динамометром виміряється з точністю до  $\pm 5$  кг максимальна сила м'язів-розгибачів спини. При виконанні тесту руки й ноги повинні бути прямі, ручка динамометра — на рівні колінних суглобів. Результат записується в стовпець 10.

**Тест 7.** Вимір рівня гнучкості проводиться в лінійних одиницях

по методу Н.Г.Озолина у власній модифікації за допомогою спеціально сконструйованого приладу. Досліджуваний сідає на мат, упираючись ногами в поперечину приладу, руками, витягнутими вперед, захоплює ручку вимірювальної стрічки; спина й руки утворюють кут 90°. Фіксується довжина стрічки, витягнутої із приладу. При нахилі досліджуваного вперед до упору знову вимірюється довжина стрічки. Розрахунок показника гнучкості ведеться в умовних одиницях по формулі:

$$L = \frac{(L_{\text{вих.}} - L_{\text{кін.}}) \cdot 90}{L_{\text{вих.}}}$$

де:  $L_{\text{вих.}}$  — вихідний показник довжини стрічки, витягнутої із приладу;

$L_{\text{кін.}}$  — кінцевий показник довжини стрічки.

Результати заносяться в стовпець 11.

**Тест 8.** Перед досліджуванним на столі лежить дошка, розділена на 4 квадрати (20x20 див). Досліджуваний стосується квадратів кистю руки в наступній послідовності: лівий верхній — правий нижній — лівий нижній — правий верхній (для правшій). Ураховується число правильне виконаних циклів руху за 10 с. Результати заносяться в стовпець 12.

**Тест 9.** Для визначення рівня швидкості використовується вимірювальний комплекс, що складається з контактної платформи, інтерфейсу, комп'ютера й монітора. Досліджуваний виконує біг на місці з високим підніманням стегна протягом 10 з (теппинг-тест). Відразу по закінченні перегони на екрані монітора будується гистограма параметрів опорних і безопорних фаз, виводяться дані про кількість крокових циклів, середні значення часу опори й часу польоту в мс. Основним критерієм оцінки рівня розвитку швидкості служить час опори, тому що цей параметр більше стабільний і інформативний. Результати заносяться в стовпець 13.

**Тест 10.** Для оцінки швидко-силових якостей використовується модифікація тесту Абалакова із застосуванням вимірювального комплексу. По команді з монітора досліджуваний виконує на контактній платформі стрибок нагору з місця зі змахом руками. Після приземлення в реальному часі розраховується час польоту в мс і висота стрибка в див. Критерієм оцінки результатів даного тесту служить час польоту, тому що між даним показником і висотою стрибка виявлена пряма функціональна залежність. Результати заносяться в стовпець 14.3.

Наприкінці заняття кожний досліджуваний диктує свої результати всій групі. Таким чином, кожний студент заповнює таблицю результатів ОФП по всій підгрупі, що надалі буде використовувати як експериментальний матеріал для освоєння методів обробки результатів тестування й для виконання індивідуальних завдань по РГР.

## Рухи у великих суглобах тіла

Частина скелета	Суглоб	Форма	Характер руху
Череп	Скронево-нижньо-щелеповий	Блокоподібно-кулястий	Основний рух навколо фронтальної осі
Пояс верхньої кінцівки	Груднино-ключичний	Сідлоподібний	Функціонує як кулястий, рух можливий навколо усіх трьох осей
	Акроміально-ключичний	Плоский	Рухи дуже обмежені
Верхня кінцівка	Плечовий	Кулястий	Рух можливий навколо усіх трьох осей
	Ліктювий (складається з 3-ох суглобів: плечоліктового, плечопроменевого, проксимального променево-ліктового)	Блокоподібний	Рух навколо фронтальної осі
	Дистальний променево-ліктовий	Циліндричний	Рух навколо вертикальної осі
	Променево-зап'ястковий	Еліпсоподібний	Рух навколо передньозадньої та поперечної осей
	Зап'ястково-п'ястковий	Плоский	Малорухливий
	П'ястко-фаланговий	Кулястий	Рух обмежений, можливий навколо усіх трьох осей
	Міжфалангові кисті	Кулясті (обмежені зв'язками)	Рух вертикальний навколо поперечної осі

Частина скелета	Суглоб	Форма	Характер руху
Череп	Атланти-потиличний	Еліпсоподібний	Рух навколо передньо-задньої та поперечної осей
Грудна клітка	Головки ребра	Плоскі, зміцнені зв'язками	Малорухливі
	Реберно-поперечні	Плоскі, зміцнені зв'язками	Малорухливі
Пояс нижньої кінцівки	Крижово-клубовий	Плоский	Малорухливий
Нижня кінцівка	Кулястий	Кулястий	Рух можливий навколо усіх трьох осей
	Колінний	Блокоподібно-кулястий, спіралеподібний	Рух можливий навколо поперечної осі, а по мірі згинання — навколо усіх трьох осей
	Гомілковостопний	Блокоподібний	Рух можливий навколо поперечної осі
	Таранно-п'ятково-човноподібний	Кулястий, зміцнений зв'язками	Рух можливий навколо передньо-задньої осі, малорухливий
	П'ятково-кубоподібний	Плоскосідлоподібний	Малорухливий
	Передньоплеснові	Плоскі	Малорухливі
	Плесафалангові	Кулясті, зміцнені зв'язками	Рухи можливі навколо поперечної осі
Міжфалангові стопи	Блокоподібні	Рухи можливі навколо поперечної осі	

## Участь м'язів у рухах частин тіла

Частини тіла, суглоби	Можливі рухи	М'язи
Пояс верхньої кінцівки	Уперед	Великий грудний, малий грудний, передній зубчастий
	Назад	Трапецієподібний, великий та малий ромбоподібний, найширший спини
	Угору	Верхні пучки трапецієподібного, великий та малий м'язи, що піднімають лопатку, ромбоподібні, груднино-ключично-соскоподібний
	Униз	Малий грудний, підключичний, нижні пучки трапецієподібного, нижні зубці переднього зубчастого
	Обертання лопатки (усередину) нижнім кутом	Малий грудний, нижня частина великого ромбоподібного
	Обертання лопатки (назовні) нижнім кутом	Передній зубчастий своїми нижніми та середніми зубцями, великий круглий
Плечовий суглоб, плече, верхня кінцівка	Коловий рух	Почергове скорочення усіх названих м'язів
	Відведення (до горизонтального положення руки)	Дельтоподібний, надостний, а вище лінії горизонталі рука відводиться за участю м'язів, що повертають лопатку нижнім кутом назовні
	Приведення	Великий грудний, найширший м'яз спини, підостний, малий та великий круглі, підлопатковий, довгий круглий, довга головка триголоваго плеча, дзьобоподібно-плечовий
	Згинання	Передня частина дельтоподібного, великий грудний дзьобоподібно-плечовий, двоголовий плеча
	Розгинання	Задня частина дельтоподібного, найширший спини, великий круглий, малий круглий, триголовий плеча
	Обертання усередину	Підлопатковий, великий грудний, передня частина дельтовидного, найширший спини, великий круглий, дзьобоподібно-плечовий
	Обертання назовні	Підостний, малий круглий, задня частина дельтоподібного
	Коловий рух	Почергове скорочення усіх названих м'язів

Частина тіла, суглоби	Можливі рухи	М'язи
Ліктьовий суглоб, передпліччя	Згинання  Розгинання  Обертання усередину Обертання назовні	Двоголовий плеча, плечовий, плечопроменевий, круглий пронатор та передня група м'язів передпліччя Триголовий плеча, ліктьовий та задня група м'язів передпліччя Круглий пронатор, квадратний пронатор, частково плечопроменевий Двоголовий плеча, супінатор, плечопроменевий
Променево-зап'ястковий суглоб, суглоб кисті, кисть	Згинання  Розгинання  Приведення Відведення	Довгий долонний, поверхневий згинач пальців, променевий згинач зап'ястка, ліктьовий згинач зап'ястка, глибокий згинач пальців, довгий згинач великого пальця кисті Довгий променевий розгинач зап'ястка, короткий променевий розгинач зап'ястка, ліктьовий розгинач зап'ястка, розгинач пальців, розгинач мізинця, розгинач вказівного пальця, довгий розгинач великого пальця кисті Одночасно беруть участь ліктьовий згинач та ліктьовий розгинач зап'ястка Променевий згинач зап'ястка, довгий променевий розгинач зап'ястка, короткий променевий розгинач зап'ястка, довгий м'яз, котрий відводить великий палець кисті, короткий розгинач великого пальця кисті
Суглоб кисті, міжфалангові суглоби, суглоб великого пальця, пальці	Згинання  Розгинання  Протиставлення великого пальця	Поверхневий та глибокий згинач пальців, довгий згинач великого пальця кисті  Розгинач пальців, довгий та короткий розгиначі великого пальця, розгиначі вказівного пальця та мізинця Короткий згинач великого пальця кисті, протиставляючий великий палець кисті, м'яз, що приводить великий палець кисті
Тулуб, хребетний стовп	Розгинання	Трапецієподібний, надшкірний, що випрямляє хребетний стовп, поперековоостистий

Частина тіла, суглоби	Можливі рухи	М'язи
Тулуб, хребетний стовп	Згинання	Передній, середній та задній груднино-ключично-соскоподібний, драбинчастий, найдовші голови та шиї, прямий живота, косі живота, клубово-поперековий
	Рух убік	Піднімач лопатки при закріпленій лопатці, клубово-реберний попереку, міжреберні, міжпоперечні
	Скручування	За умови, що вони скорочуються з одного боку: груднино-ключично-соскоподібний; шилопід'язиковий, верхня частина трапецієвидного, драбинчасті, зовнішній косий живота разом з внутрішнім косим другого боку тіла, ротагор, клубово-поперековий
	Коловий рух	Відбувається при почерговому скороченні усіх м'язових груп тулуба
Тулуб, грудна клітка	Вдих	Діафрагма, зовнішні та внутрішні міжреберні м'язи, що піднімають ребра, задній верхній та нижній зубчасті, клубово-реберний попереку, драбинчасті, груднино-ключично-соскоподібний, малий грудний, підключичний, великий грудний, нижні пучки переднього зубчастого, передні м'язи шиї
	Розширення грудної клітки	Верхня частина трапецієподібного, ромбоподібного, м'язи, що піднімають лопатку, ключична головка груднино-ключично-соскоподібного
	Видих	Прямий живота, поперечний живота, зовнішній косий живота, внутрішній косий живота, внутрішні та зовнішні міжреберні (як антагоністи діафрагми), підреберні, поперечний грудей
	Опускання ребер	Задній нижній зубчастий, клубово-реберний попереку, клубово-реберний
Нижня кінцівка, кульшовий суглоб, стегно	Згинання	Клубово-поперековий, кравецький, напружувач широкої фасції, гребінчастий, прямий стегна
	Розгинання	Великий сідничний, двоголовий стегна, напівсухожилковий, напівперепончастий, великий привідний
	Відведення	Середній сідничний, малий сідничний, грушоподібний, внутрішній затульний, верхній та нижній близнюкові, напружувач широкої фасції стегна
	Приведення	Гребінчастий, довгий привідний, короткий привідний, великий привідний, тонкий
Поворот назовні	Клубово-поперековий, квадратний стегна, сідничні, кравецький, внутрішній та зовнішній затульний, грушоподібний, верхній та нижній близнюкові	



Частина тіла, суглоби	Можливі рухи	М'язи
Нижня кінцівка, кульшовий суглоб, стегно	Поворот усередину	Напружувач широкої фасції, передні пучки середнього сідничного, напівсухожилковий, напівперетинчастий, тонкий
Колінний суглоб	Колові рухи	Почергово усі м'язи, що охоплюють суглоб
	Згинання	Триголовий гомілки, напівсухожилковий, напівперепончастий, кравецький, тонкий, підколінний, литковий, підошовний
	Розгинання	Чотириголовий
	Обертання усередину у зігнутому положенні Обертання назовні у зігнутому положенні	Напівсухожилковий, напівперепончастий, кравецький, тонкий, внутрішня головка литкового, підколінний Двоголовий стегна, зовнішня головка литкового
Гомілково-стопний суглоб, стопа	Згинання	Триголовий гомілки, підошовний, задній великогомілковий, довгий згинач великого пальця стопи, довгий згинач пальців, довгий мало-гомілковий, короткий мало-гомілковий
	Розгинання	Передній великогомілковий, довгий розгинач пальців, довгий розгинач великого пальця стопи
	Приведення	Передній великогомілковий, задній великогомілковий
	Відведення	Короткий мало-гомілковий, довгий мало-гомілковий
Підтаранний та таранно-п'яtkово-човниково-подібний суглоби, стопа	Обертання усередину	Довгий мало-гомілковий, короткий мало-гомілковий, третій мало-гомілковий
	Обертання назовні	Передній великогомілковий, довгий розгинач великого пальця стопи
	Згинання, відведення	Короткий згинач великого пальця стопи, м'яз, що відводить великий палець стопи, довгий згинач пальців, м'яз, що приводить великий палець стопи, м'яз, що відводить мізинець, короткий згинач пальців, квадратні м'язи підошви, червогодібні
Міжфалангові суглоби пальців	Розгинання	Довгий розгинач пальців стопи, довгий розгинач великого пальця стопи, передній великогомілковий, короткий розгинач пальців, короткий розгинач великого пальця стопи

## Основні і додаткові одиниці СІ (по СТ СЕВ 1052—78)

Величина		Одиниці		
Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	
			міжнародне	вітчизняне
<i>Основні одиниці</i>				
Довжина	L	Метр	m	м
Маса	M	Кілограм	kg	кг
Час	T	Секунда	s	с
Сила струму	I	Ампер	A	А
Температура	Q	Кельвін	K	К
Кількість речовини	N	Моль	mol	моль
Сила світла	J	Кандела	cd	кд
<i>Додаткові одиниці</i>				
Кут на площині	L°	Радіан	rad	рад
Кут у просторі	L°	Стерадіан	sr	ср

## Характеристики рухів людини (фізичні величини, їх позначення і формули, одиниці вимірювання і формули розмірності)

Характеристика	Механічна величина	Позначення і формула	Одиниці вимірювання (СІ)	Формула розмірності
Координата лінійна	Довжина	$s_x = OA_x;$ $s_y = OA_y;$ $s_z = OA_z$	метр (м)	L
Координата кутова	Кут	$\varphi = \frac{s}{r}$	рад (рад)	L°
Переміщення лінійне	Довжина	$\Delta s = s_t - s_0$	м	L
Переміщення кутове	Кут	$\Delta \varphi = \varphi_t - \varphi_0$	рад	L°
Довжина траєкторії	Довжина	$l = \sum ds$	м	L
Кривизна траєкторії	—	$k = \frac{l}{R}$	—	L <sup>-1</sup>
Момент часу	Час	t	секунда (с)	T
Тривалість руху	Час	$\Delta t = t_1 - t_0$	с	T
Темп рухів	Частота	$N = \frac{1}{\Delta t}$	герц (Гц)	T <sup>-1</sup>

Характеристика	Механічна величина	Позначення і формула	Одиниці вимірювання (СІ)	Формула розмірності
Ритм рухів	—	$R = \Delta t_{21} : \Delta t_{32}$	—	$T$
Швидкість точки	Швидкість	$v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	$LT^{-1}$
Швидкість кутова	Швидкість кутова	$\omega = \frac{d\phi}{dt} = \dot{\phi}$	$\text{рад} \cdot \text{с}^{-1}$	$L^0 T^{-1}$
Прискорення лінійне	Прискорення	$a = \frac{dv}{dt} = \ddot{s}$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	$LT^{-2}$
Прискорення нормальне	Прискорення	$a_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	$LT^{-2}$
Прискорення тангенціальне	Прискорення	$a_t = \frac{dv}{dt} = r\varepsilon$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	$LT^{-2}$
Прискорення кутове	Прискорення	$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \ddot{\phi}$	$\text{рад} \cdot \text{с}^{-2}$	$LT^{-2}$
Маса	Маса	$m = \frac{F}{a}$	кілограм (кг)	$M$
Момент інерції тіла	Момент інерції	$I = \sum m r_i^2$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2$	$L^2 M$
Радіус інерції	Радіус інерції	$R_{\text{ин}} = \sqrt{\frac{I}{m}}$	м	$L$
Сила	Сила	$F = ma$	ньютон (Н) $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	$LMT^{-2}$
Сила доцентрова	Сила	$F_{\text{цт}} = \frac{mv^2}{r} = m r \omega^2$	Н	$LMT^{-2}$
Сила інерції	Сила	$F_{\text{ин}} = -ma$	Н	$LMT^{-2}$
Сила пружної деформації	Сила	$F_{\text{пруж}} = C\Delta l$	Н	$LMT^{-2}$
Сила притягування	Сила	$F_{\text{притяг}} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Н	$LMT^{-2}$
Сила тяжіння	Сила	$G = F_{\text{тяж}} + F_{\text{пр}}^*$	Н	$LMT^{-2}$
Сила дії середовища	Сила	$R_x = SC_x \rho v^2$	Н	$LMT^{-2}$

Характеристика	Механічна величина	Позначення і формула	Одиниці вимірювання (СІ)	Формула розмірності
Сила тертя	Сила	$T = k_{\text{тер}} N$	Н	$LMT^{-2}$
Момент сили полярний	Моменти сили	$M_c(F) = Fd$	ньютон метр (Н·м)	$L^2MT^{-2}$
Момент сили осьовий	Моменти сили	$M_z(F) = F_T d$	Н·м	$L^2MT^{-2}$
Імпульс сили	Імпульс сили	$S = \int_{t_0}^t F dt$	ньютон × секунда (Н·с)	$LMT^{-1}$
Імпульс моменту сили	Імпульс моменту сили	$S_z = \int_{t_0}^t M_z(F) dt$	ньютон·метр × секунда (Н·м·с)	$L^2MT^{-1}$
Кількість руху	Кількість руху	$K = mv$	кг·м·с <sup>-1</sup>	$LMT^{-1}$
Кінетичний момент	Кінетичний момент	$K_z = I\omega$	кг·м <sup>2</sup> ·с <sup>-1</sup>	$L^2MT^{-1}$
Робота сили	Робота сили	$W = \int_0^s F ds$	джоуль (Дж) (Н·м)	$L^2MT^{-2}$
Робота сили тяжіння	Робота сили	$A_{\text{тяж}} = Ph$	Дж	$L^2MT^{-2}$
Робота пружної сили	Робота сили	$A_{\text{пруж}} = -\frac{G\Delta l^2}{2}$	Дж	$L^2MT^{-2}$
Робота сили тертя	Робота сили	$A_{\text{тер}} = -k_{\text{тер}} Ns$	Дж	$L^2MT^{-2}$
Потужність сили	Потужність сили	$N = \frac{dA}{dt} = Fv$	ват (Вт) (Дж·с <sup>-1</sup> )	$L^2MT^{-3}$
Кінетична енергія тіла, що рухається поступально	Кінетична енергія	$E_{\text{к(пост)}} = \frac{mv^2}{2}$	Дж	$L^2MT^{-2}$
Кінетична енергія тіла, що обертається	Кінетична енергія	$E_{\text{к(обер)}} = \frac{I\omega^2}{2}$	Дж	$L^2MT^{-2}$
Потенціальна енергія в полі сил тяжіння	Потенціальна енергія	$E_{\text{п(тяж)}} = Gh$	Дж	$L^2MT^{-2}$
Потенціальна енергія пружнодеформованого тіла	Потенціальна енергія	$E_{\text{п(пруж)}} = \frac{C\Delta l^2}{2}$	Дж	$L^2MT^{-2}$

## КОРОТКИЙ ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

### Рухова функція

Рухова функція — одна з найважливіших функцій організму. У процесі еволюції організм людини як відкрита, але відносно уособлена біологічна система, набув здатності до активних рухів завдяки наявності ефективних механізмів обміну енергією, речовиною та інформацією з довколишнім середовищем. Характер та закономірності організації цих рухів багато у чому визначають ті прояви життєдіяльності організму, котрі прийнято об'єднувати загальним поняттям — *рухова функція людини*. Стан рухової функції відображає здатність конкретної біологічної системи вловлювати, накопичувати та перетворювати різні види енергії, речовини та інформації. Ця здатність може бути змінена й вивчена шляхом об'єктивного дослідження механічних рухів та інших фізичних проявів біологічної системи організму.

Оскільки матерія та рухи як філософські категорії найбільш повно відображають цілісні сучасні наукові уявлення про всесвіт, то з визначеною мірою певності можна стверджувати, що матерія та рух організму людини також являють собою єдине й нерозривне ціле. Практично це означає, що кожному рівню побудови та організації матерії організму відповідає цілком певний рівень побудови його рухів. На атомно-молекулярному рівні — один рівень рухів, на клітковому — другий, на тканинному — третій, органному й організменному — відповідно четвертий та п'ятий. Кожному рівню відповідає свій рівень взаємодій, що визначає, насамкінець, закономірності виявлення рухової функції. Так звані *сильні (або ядерні) та електромагнітні взаємодії* детермінують в основному закономірності руху матерії організму людини на атомно-молекулярному рівні, а також на клітковому та тканинному рівнях побудови матерії. *Гравітаційні* і, якоюсь мірою, *слабкі* взаємодії визначають закони руху матерії на органному та організменному рівнях.

*Механізми регуляції* рухової функції, як і матерія — її носій, мають багаторівневу структуру організації. Довільне управління механічними рухами цілісного організму людини відбувається під впливом в основному

гравітаційних взаємодій. Схематично спрощено організацію рухової функції на рівні цілісного організму можна уявити складеною з таких блоків:

- блок управління, центральною частиною котрого є нервова система;
- блок виконання (ефекторний), що включає руховий апарат (скелетно-м'язова система) та залози;
- блоки обслуговуючих систем (практично це усі інші системи організму, серед котрих виділяються ендокринна, серцево-судинна, травна, дихальна, видільна та ін.).

Взаємозв'язок усіх цих структурних блоків, взаємообумовленість їх будови, розташування і функції у синтетичній єдності породжують специфічну інтегративну рухову функцію людини.

### **Поняття, що характеризують рухову функцію**

**Адаптація** — система механізмів рухової функції, що забезпечує такі зміни її характеристик або способів її виявлення, котрі спрямовані на підвищення ефективності її функціонування для підтримання гомеостазису організму людини та його нерівноважного термодинамічного стану по відношенню до довколишнього середовища.

**Біокінематичний ланцюг** — система взаємозв'язаних біокінематичних пар, просторові координати котрих визначаються особливостями анатомічної будови рухового апарату людини.

**Біокінематична пара** — рухоме з'єднання двох біоланок рухового апарату людини, що мають між собою кінематичні зв'язки, котрі обмежують їх зовнішню свободу рухів.

**Біомеханічні характеристики рухів людини** — це міри змін механічного стану рухової функції людини на рівні цілісного організму (матеріальної точки або системи матеріальних точок).

**Витривалість** — це така рухова якість людини, котра характеризує її працездатність і може виявлятися нею протягом певного часу; оцінити її можна тільки за суворої регламентації заданих біомеханічних характеристик рухових дій.

**Власне магнітне поле тіла людини** — це магнітне поле, створюване його молекулами, атомами або іонами, що кількісно характеризується

магнітною індукцією, абсолютне значення котрої дорівнює силі, що діє на поодинокий електричний заряд, який рухається з одиничною швидкістю у напрямку, перпендикулярному до напрямку магнітної індукції.

**Гомеостазіс** — стан рухової функції, що забезпечує сталість внутрішнього середовища організму за умов його активної та динамічної взаємодії із зовнішнім середовищем.

**Гравітаційна енергія** — це енергія, котра кількісно характеризує запас працездатності системи, що має якусь масу і піднята над Землею, або системи, що складається з окремих точкових мас, взаємопов'язаних між собою пружними силами, або системи, маси котрих, взаємодіючи між собою, здійснюють певну роботу за рахунок реакції своїх зв'язків.

**Гравітаційне поле** — це поле сили тяжіння (прискорення сили тяжіння), котра є складовою двох основних сил: сили тяжіння Землі та відцентрової сили, викликані її добовим обертанням. Це поле, як і будь-яке інше, визначається прискоренням у кожній точці простору (силою, що діє на одиничну масу, вміщену у цю точку).

**Гравітаційні взаємодії тіла людини** — це взаємодії, що характеризуються співвідношенням його гравітаційної маси з масою Землі, а також співвідношенням мас його відносно рухомих частин — ланок, котрі визначають особливості метаболізму її організму, тип вищої нервової діяльності та його рухові можливості.

**Динамічні характеристики рухів людини** — це міри зовнішніх та внутрішніх взаємодій тіла людини (матеріальної системи), що визначають причини її рухів.

**Енергія** — здатність тіла здійснювати роботу (запас працездатності системи).

**Ентропія** — ступінь впорядкованості елементів системи (кількісна міра невизначеності). При максимально можливому порядку елементів у системі її енергія є максимальною, а ентропія дорівнює нулю.

**Жест** — культурно детермінований експресивний рух, що визначає певний душевний стан, використовується звичайно для надання додаткової виразності мові.

**Звичні маніпуляції** — це рухи, котрі приносять їх виконавцеві певне самозадоволення (однак є несприйнятливими з точки зору загальноприйнятих норм поведінки, координованими руховими актами). Виникають найчастіше у моменти тривоги, нудьги, втоми, ніяковіння.

**Зворотний зв'язок** — механізм інформаційного забезпечення системи управління адаптацією організму у середовищі його проживання.

**Змістове завдання** — особисто осмислене й усвідомлене, включене у систему цінностей людини її власне ставлення до необхідності виконання певних рухів із заданими біомеханічними характеристиками, що стимулюють її до активізації розумової та рухової діяльності й дозволяють досягти відповідної мети при розв'язанні того чи іншого рухового завдання.

**Імпринтинг** (англ. — зберігання) — одна з форм адаптації, вироблена у людини в процесі філогенезу. Проявляється, зокрема, у вигляді прихильності до матері (батька). Має велике значення у ході нормального формування людини у процесі онтогенезу. Ґрунтується на генотипних та фенотипних нейробіологічних механізмах звикання різних систем живого організму. У процесі розвитку людини закладається в основу механізмів пам'яті. Завдяки цьому людина здатна навчатися.

**Кінематичні характеристики рухів людини** — це міри положення та руху у просторі та у часі (просторові, часові та просторово-часові) тіла людини (матеріальної точки або системи матеріальних точок).

**Координаційна структура руху** — це закон інтеграції кінематичних та динамічних структур у єдиній системі рухової дії.

**Координаційні здібності** — це такі природжені передумови в організації рухової функції, котрі визначають її відповідність біомеханічним вимогам до реалізації рухових завдань, що мають певні кінематичні та динамічні параметри і при цьому дозволяють людині вибирати оптимальні способи розв'язання рухових завдань, мінімізуючи свої енергетичні витрати.

**Координація рухів** — це умовний термін, що показує ступінь узгодженості кінематичних та динамічних характеристик рухової дії при розв'язанні рухового завдання (координат точок тіла, траєкторій, кутів у суглобах, швидкостей та прискорень руху мас ланок тіла, діючих сил,



моментів сил, інерційних характеристик рухів ланок тіла тощо).

**Локомоторний механізм** виникає у системі біокінематичних пар та ланцюгів, що забезпечують розв'язання людиною певного рухового завдання.

**Локомоції** — це активні переміщення тіла людини у просторі за допомогою роботи м'язів у різних умовах взаємодії з гравітаційним полем Землі.

**Магнітна енергія** — це енергія, котру має струм. Вона відповідає енергії, що витрачається на створення поля, і вивільнюється, коли поле щезає. При русі провідника у магнітному полі перпендикулярно до його силових ліній у ньому індукується напруга, що називається електромагнітною індукцією. Таким чином виникає електромагнітне поле.

**Маніпуляції** — координаційно складні рухи кисті та пальців.

**Манірні рухи** — незвичайна (примхлива, вигадлива) форма цілеспрямованої рухової дії, що виникає внаслідок включення стереотипної дії у цілеспрямовану поведінку.

**Метаболізм** — процес руху живої матерії на субмікрорівні її організації, котрий супроводжується виділенням хімічної та теплової енергії, перетворюваної у подальшому на електромагнітну енергію клітин, тканин та органів. Це забезпечує їхню працездатність, перетворювану, у свою чергу, на гравітаційну енергію усього тіла, що забезпечує рух на макрорівні організації організму людини.

**Механічні рухи** — це зміни положення тіла (матеріальної точки або системи його матеріальних точок) з плином часу відносно інших тіл (систем відліку). Під рухом розуміють будь-які зміни в організмі, а також зміну його стану.

**Моторика** — сукупність (система) рухових здібностей та рухових можливостей людини.

**Негентропія** — міра ймовірності підтримання певного стану системи незважаючи на фізичні перепони для її існування (наприклад, гомеостазіс організму, стабільність біомеханічної системи вправи тощо).

**Рухова активність** — це біологічно детермінований рівень виявлення рухових здібностей та рухових можливостей, обумовлений генотипними та

фенотипними особливостями організму людини.

**Рухова дистонія** — одночасне скорочення м'язів-агоністів та м'язів-антагоністів, що супроводжується спазмом (швидкими тикоподібними рухами), м'язовою активністю, тривалістю від 1 с і більше.

**Рухова дія** — це таке виявлення рухової активності людини, котре нею усвідомлене й цілеспрямоване на розв'язання будь-якого конкретного рухового завдання (технічна дія, змагальна дія — мета тренувального процесу).

**Рухова навичка** — це автоматизований компонент рухової дії, у котрому усвідомлюються тільки ті сенсорні корекції, що забезпечують її змістовну та програмну частини.

**Рухове завдання** — це соціально та біологічно обумовлена вимога для виконання певних рухів із заданими біомеханічними характеристиками, що стимулює людину до активізації розумової та рухової діяльності й, насамкінець, дозволяє досягти відповідної мети у процесі використання окремої фізичної вправи, впливу певного рухового режиму, тієї або іншої системи фізичного виховання та гравітаційного тренування.

**Рухове вміння** — це певний рівень підготовленості людини до ефективного розв'язання рухового завдання, що сформований у процесі навчання на основі системи природжених та набутих рухових навичок.

**Рухові здібності** — це потенційна, але не реалізована схильність людини до того чи іншого прояву рухової функції.

**Рухові можливості** — це реальні передумови до виконання рухів з певними біомеханічними характеристиками, що склалися в організмі людини у процесі філогенезу, онтогенезу, навчання та тренування.

**Рухові стереотипи** — це рухи, що одноманітно повторюються, нецілеспрямовані, безглузді, нерідко тривають довго на шкоду іншим формам рухової активності людини.

**Рухові якості** — це окремі, якісно різні боки моторики людини, котрі виявляються нею в одних і тих самих біомеханічних характеристиках, мають один і той самий вимірювач та мають схожі анатомічні, біологічні та психічні механізми забезпечення та реалізації.

**Сила** — це міра взаємодії тіла людини у цілому, окремих його частин — ланок або інших біоелементів (клітин, тканин, органів) з гравітаційним або електромагнітним полем.

**Соматична система координат** (від лат. *somo* — тіло людини) — це система координат тіла людини (центр розташований в антропометричній точці *A* — верхівці остистого виростка *V* поперекового хребця — *L-5*), що однозначно визначає положення у тримірному просторі матеріальної системи точок тіла людини.

**Спритність** — це така якість, котра дозволяє людині розв'язувати рухові завдання, що характеризуються великою складністю, швидкою зміною зовнішніх умов та потребують від неї відповідно швидкої та узгодженої зі змінними умовами зміни характеристик координаційної структури та рухового складу власних дій.

**Структури рухових дій**, динаміка прояву котрих у змагальній діяльності найчастіше моделюється у спортивному тренуванні:

- *управління* (інформаційно-психологічна структура) — забезпечується такою функціональною активністю нервової системи, в результаті котрої у людини формуються мотив і мета дії, на основі переробки інформації із зовнішнього середовища будується оперативний образ (концептуальна модель) дії, приймається рішення, здійснюється перевірка результатів і корекція елементів дії;

- *виконання* (антропомоторна, біомеханічна, а також структура гравітаційних взаємодій) — включає: системи генотипних та фенотипних навичок, а також природжених та набутих у процесі природного біологічного розвитку, навчання та тренування, комплексів рухових реакцій поведінки та рухових умінь, що містять такі елементи прояву рухової активності, як реакції пози, просторові переміщення тіла певної маси у гравітаційному полі, локомоції, маніпуляційні та інші рухи, котрі забезпечують розв'язання рухового завдання та досягнення мети;

- *обслуговуючі структури* — забезпечуються взаємодією систем, що обслуговують апарат рухів (серцево-судинна, дихальна, травна, ендокринна, видільна тощо).

**Техніка фізичних вправ (спортивна техніка)** — спосіб розв'язання рухового завдання, система рухових дій, основана на раціональному використанні рухових можливостей людини, спрямована на досягнення нею високих показників в обраному виді спорту.

**Технічна майстерність** — ступінь розвитку рухових можливостей, котрий характеризується таким обсягом рухових дій, такою раціональністю, ефективністю та опанованістю їх виконання, котрі дозволяють людині розв'язувати рухові завдання у відповідному виді спорту.

**Тик** — раптовий, мимовільний одноманітний рух, до якого залучаються певні групи м'язів. Він нагадує нормальний координований рух, варіює за інтенсивністю і відрізняється відсутністю ритмічності, може тимчасово приглушуватися вольовим зусиллям й відносно легко імітується. В його основі лежить короткочасне скорочення м'яза, котрий викликає даний рух, або одночасна активація м'яза-агоніста й м'яза-антагоніста тривалістю 50—500 мс.

**Утома** — часове зниження рухової активності та рухових можливостей людини, спричинене таким проявом рухової функції, котрий перевищує потенціал її організму у даний період часу.

**Фізична вправа** — це основний засіб фізичного виховання — комплекс рухових дій, спрямованих на розв'язання певних окремих завдань фізичного виховання, рухової реабілітації або прикладної професійної рухової дидактики, спортивного тренування, виконуваних за суворої регламентації гравітаційних взаємодій організму людини, зокрема біомеханічних характеристик її рухів, зовнішніх умов з урахуванням геометрії мас її тіла, статевих та вікових особливостей і загального стану її організму.

**Фізичне навантаження** — виявляється у вигляді підвищення інтенсивності обміну речовин та активізації емоційно-психічних процесів в організмі людини. Виникає внаслідок застосування фізичних вправ або в результаті будь-яких інших причин, що призводять до змін умов гравітаційних взаємодій організму, котрі супроводжуються збільшенням маси тіла людини або зміною дії на неї якихось зовнішніх сил (точки докладання, модуля, вектора) або впливу прискорень. У випадку адекватного

застосування та суворого медико-біологічного контролю здатна викликати в організмі адаптаційні або інші зміни, що забезпечують збереження його гомеостазису та стимулюють його спрямований розвиток.

**Фізичний розвиток** — термін, що має два тлумачення: а) процес розвитку, формування рухової функції людини у філогенезі або онтогенезі; б) стан рухової функції людини у конкретний момент часу, що характеризується фізичними параметрами статури, рухового апарату, систем, що його обслуговують.

**Швидкість** — це така якість, котра визначається швидкістю руху центра мас тіла людини, його окремих ланок або точок тіла у вибраній системі відліку, а також швидкістю або часом його рухової реакції у відповідь на будь-який зовнішній подразник.

### **Чинники, процеси та технології, що впливають на рухову функцію**

**Алгоритм** (алгорифм) — це сукупність правил, що визначають ефективну процедуру розв'язання будь-якого завдання з певного заданого класу завдань.

**Апроксимація** (наближення, відтворення — лат.) — математична операція, котра полягає у наближеному описі аналітичної функції, фактичних даних або у заміні складних функцій простими.

**Варіативність** (зміни — лат.) — відмінності у кількісних показниках, що характеризують будь-який об'єкт або процес (коефіцієнт варіації — відношення середньоквадратичного відхилення додатної випадкової величини до її математичного очікування).

**Гомоморфізм** — це поняття передбачає таке спрощення та скорочення інформації про модельований об'єкт, котре не викривлює ізоморфних відношень моделі з оригіналом.

**Гомохронність** — характеристика взаємозв'язку моделі руху та її оригіналу (наприклад, таких їхніх характеристик, як відстань, масштаб часу, швидкість тощо).

**Гравітаційне тренування** — це спеціально організований процес педагогічного управління, в основу котрого покладено методи інтенсивних занять спеціальними фізичними вправами для досягнення високого заданого

рівня формування певних навичок та умінь, розвитку рухових можливостей та досконалості рухової функції осіб, котрі тренуються. Її ефективність досягається шляхом застосування методів критеріального моделювання таких умов гравітаційних взаємодій рухової функції людини із зовнішнім середовищем, котрі є характерними, наприклад, для її майбутньої спортивної змагальної або будь-якої професійної рухової діяльності.

**Дидактичні принципи** — цілісна система взаємопов'язаних вихідних положень, що визначає та регламентує діяльність педагогів-тренерів та учнів (спортсменів) у відповідності до мети фізичного виховання й закономірностей розвитку організму людини та умовами її взаємодії з довколишнім середовищем у процесі навчання рухових дій.

**Екстенсивна** організація управління тренувальним процесом пов'язана зі збільшенням його кількісних (витратних, ресурсних), наприклад часових, енергетичних, матеріальних, а не якісних (ефективних) показників та результатів.

**Змагальна діяльність** — це динамічна система специфічно організованих у кожному виді спорту рухових дій, орієнтованих на розв'язання тих рухових завдань, котрі передбачені й регламентовані умовами й правилами змагань.

**Ізоморфізм** — це поняття відображає такі відношення моделі та оригіналу, за котрих їхня взаємно однозначна відповідність оцінюється за схожістю, еквівалентністю, подібністю форми цих об'єктів або інших характеристик.

**Інваріантність** — це якість біомеханічних характеристик рухів, завдяки котрій вони залишаються незмінними при певних перетвореннях, зокрема деяких спрощеннях, немінучих при моделюванні.

**Інтенсивна** організація управління тренувальним процесом характеризується високою ефективністю, її результати досягаються за рахунок підвищення (поліпшення) якісних показників, а не збільшення витрат та споживання значних ресурсів.

**Кінезитерапія** — один з напрямів прикладної кінезіології, в основі котрого лежить специфічний метод спрямованого регулювання гравітаційних

взаємодій організму людини та середовища, метою якого є профілактика та лікування захворювань, а також реабілітація тимчасово втрачених якостей різних функцій; засобами слугують мимовільні рухи (пасивна кінезитерапія) та рухові дії (довільні рухи), фізичні вправи (активна кінезитерапія).

**Корекція гравітаційних взаємодій тіла людини** — це спосіб приведення маси її тіла та мас окремих, відносно рухомих його ланок до такого співвідношення, котре забезпечувало б задану їх взаємодію для ефективного розв'язання конкретних рухових завдань.

**Кореляція** (співвідношення), відповідність (взаємозв'язок, взаємозалежність — англ.) — вірогідна (стохастична) залежність між випадковими величинами, що не має характеру суворого функціонального зв'язку між ними.

**Критерії подібності** — це такі математичні співвідношення характеристик модельованого об'єкта та його моделі, котрі фіксують ті або інші умови їхньої подібності. Моделі, побудовані з дотриманням критеріїв подібності, називаються критеріальними.

**Метод навчання** — спосіб реалізації дидактичних принципів, спосіб діяльності педагога-тренера та адекватна йому рухова діяльність учнів-спортсменів. Це певна форма теоретичного та практичного опанування руховими діями виходячи з фізичного та духовного розвитку особистості.

**Моделювання** змагальної діяльності — це процес відображення певних закономірностей її організації, зокрема гравітаційних взаємодій тіла людини та відтворення їх за допомогою спеціальних фізичних вправ або технічних засобів із дотриманням основних положень теорії подібності та її принципів взаємно однозначної відповідності моделі та модельованих об'єктів. Спеціальні фізичні вправи при цьому використовуються як засоби спрямованого впливу на організм спортсмена та пред'являють їм у тренувальному процесі як рухові завдання, котрі адекватні меті й завданням їхньої ефективної підготовки до змагань.

**Модель спортивної техніки** — це об'єкт будь-якої природи, що дозволяє замішувати рух або рухову дію (зразок техніки), котрі вивчаються, таким чином, щоб під час досліджень можна було б отримати нові знання про

спортивну техніку.

**Об'єкт фізичного виховання** — особа, котра займається фізичним вихованням, спортсмен.

**Оптимізація гравітаційних взаємодій тіла людини** — це спосіб приведення її маси та мас її окремих ланок до такого співвідношення, котре дозволяє їй успішно розв'язувати рухові завдання, витрачаючи при цьому мінімум енергетичних ресурсів за умов збереження психологічного потенціалу своєї особистості.

**Регресійна модель** — рівняння регресії, що дозволяє аналітично визначити очікувані (середні) значення однієї ознаки за заданим числовим значенням іншої, сполученої з нею ознаки.

**Регресійний аналіз** — це метод математичної статистики, що дозволяє визначити ступінь роздільного та сумісного впливу чинників, котрі вивчаються, на результативну ознаку, та кількісно оцінити цей вплив шляхом використання різних критеріїв.

**Регресія** (повернення, повторення — лат.) — це закон зміни умовного математичного очікування однієї випадкової величини залежно від значення іншої (ряд групових середніх  $y_x$  (або  $x_y$ ), що показує динаміку зміни ознаки  $Y$  (або  $X$ ) залежно від зміни значень ознаки  $X$  (або  $Y$ ).

**Рухова реабілітація** — це процес відновлення тимчасово втрачених якостей рухової функції засобами фізичного виховання для збереження здоров'я та забезпечення нормальних умов життєдіяльності організму людини.

**Система фізичного виховання** розглядається як одна з найважливіших частин усієї соціальної, громадської та державної системи виховання, що дає змогу кожній людині зміцнювати своє здоров'я, ефективно розвивати й удосконалювати свої рухові можливості в органічній єдності з усіма іншими (розумовими, моральними та естетичними) компонентами своєї особистості.

**Спеціальні вправи** являють собою таку систему моделей рухових дій, котра повною мірою зберігає гомоморфні та ізоморфні відносини з біомеханічною гравітаційною структурою змагальних вправ. Доведенням адекватності цих моделей меті й завданням спеціальної підготовки може



слугувати тільки відповідність модельованих ними рухових дій об'єктивно встановленим критеріям подібності з тими або іншими компонентами змагальної діяльності.

**Спорт** — одна з найбільш активних форм виявлення фізичної культури у житті суспільства, що характеризується насамперед змагальною діяльністю, у котрій певним чином оцінюються та співставляються результати процесу фізичного виховання як окремих індивідуумів, так і цілих колективів.

**Спортивне змагання** — це одна з найефективніших форм занять фізичними вправами, що вирізняється штучно організованим та регламентованим певними правилами суперництвом фізкультурників та спортсменів у рамках єдиного та цілісного педагогічного процесу фізичного виховання, спрямована на активізацію їх розумової та рухової діяльності для удосконалення їх рухової функції та зміцнення здоров'я.

**Спортивний результат** (результат змагань) — це такий прояв рухової функції спортсменів за умов індивідуального або колективного суперництва, регламентованого, вимірюваного та оцінюваного відповідно до правил змагань, котра відрізняється специфічними для кожного виду спорту біомеханічними характеристиками рухових дій та особливостями способів розв'язання рухових завдань.

**Структура змагальної діяльності** — це закон інтеграції елементів змагальної діяльності, котрі можуть бути представлені у вигляді системи багаторівневих моноцільових моделей, що об'єктивно відображають ієрархічні зв'язки психологічних, біологічних, функціонально-морфологічних та інших компонентів моторики, які забезпечують успішне розв'язання основних рухових завдань.

**Суб'єкт фізичного виховання** — педагог (тренер), котрий здійснює управління поведінкою об'єкта — спортсмена. Якщо спортсмен свідомо й активно бере участь у процесі навчання, то він, як і тренер, стає його суб'єктом.

**Технічна підготовка** — специфічна форма організації процесу гравітаційного тренування, метою якого є таке використання педагогічних засобів, що дозволяє спортсменам досягти потрібного рівня технічної

майстерності.

**Тренажери** — це пристрої або пристосування, за допомогою котрих у процесі гравітаційного тренування моделюються ті або інші умови майбутньої реальної діяльності учнів (наприклад, змагальні умови виконання спортивних вправ). Вони дозволяють спрямовано перетворювати енергію зовнішнього середовища таким чином, щоб вона набувала необхідної для утилізації організмом корисної форми. Тренажери класифікуються: *за призначенням* (пристрої, застосовувані для розвитку певних рухових здібностей; технічні засоби, використовувані для розвитку рухових якостей — силових можливостей окремих м'язових груп; пристрої, призначені для управління процесом формування спеціальних рухових навичок); *за спрямованістю* (на опанування геометрії рухів, біокінематичної або біодинамічної структури рухів); *за областю моделювання* з використанням механічних чинників (різних умов гравітаційних взаємодій тіла людини), інформаційних чинників (логічних схем); *за характером інформаційного обміну* (з дублюванням зворотного зв'язку, без дублювання зворотного зв'язку, з використанням звукових, слухових та інших каналів зв'язку).

**Фізична культура** — частина загальнолюдської культури, найважливішими цінностями котрої є здоров'я, фізична й духовна досконалість особистості.

**Фізична підготовка** — специфічна форма організації процесу гравітаційного тренування, метою котрого є таке використання педагогічних засобів, що дозволяє спортсменам досягти заданого рівня розвитку своїх рухових (фізичних) якостей.

**Фізичне виховання** — спеціально організований активний пізнавальний процес, що характеризується двосторонньою взаємопов'язаною діяльністю педагога (тренера) та учня (спортсмена) з передачі та засвоєння комплексу знань, рухових навичок та умінь, спрямований на зміцнення здоров'я людини, підготовку її до праці, професійної діяльності у нерозривному зв'язку з моральними, етичними та соціально-патріотичними прагненнями суспільства й держави.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аванесов В.С. Тесты в социологическом исследовании / В.С. Аванесов. – М., 1982. – 186 с.
2. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании / Б.А. Ашмарин. – М.: Знание, 1978. – 247 с.
3. Баландин В.И. Прогнозирование в спорте / В.И. Баландин, Ю.М. Блудов, В.А. Плахтиенко. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 192 с.
4. Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии / Н.А. Бернштейн – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 28 с.
5. Бешелев С.Д. Экспертные оценки / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Наука, 1973. – 157 с.
6. Біомеханіка спорту / За загальною редакцією А.М. Лапутіна. – К.: Олімпійська література, 2001. – 318 с.
7. Благущ П.К. К теории тестирования двигательных способностей / П.К. Благущ. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 361 с.
  
11. Волков В.М. Спортивный отбор / В.М. Волков, В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 176 с.
12. Годик М.А. Система общеевропейских тестов для оценки физического состояния человека. / М.А. Годик, В.К. Бальсевич, В.Н. Тимошкин // Теория и практика физ.культуры. – М., 1994. – № 5/6. – С. 24-32.
13. Годик М.А. Спортивная метрология / М.А. Годик. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 261 с.
14. В.С. Гурфинкель, Ю.С. Левик. – М.: Наука, 1985. – 143 с.
15. Донской Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Д.Д. Донской – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.
16. Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке / В.А. Запорожанов. – К.: Здоров'я. 1988. – 144 с.
17. Зациорский В.М. Задачи по спортивной метрологии. Надежность тестов / В.М. Зациорский, З.М. Баранова, Б.А. Суслаков. – М., 1980. – 29 с.
18. Зациорский В.М. Основы спортивной метрологии / В.М. Зациорский – М.: **Знание, 1979. – 189 с.**
19. Зациорский В.М. Биомеханические основы выносливости / В.М. Зациорский, С. Алешинский, Н.Л. Якунин. – М.: Физкультура и спорт, 1982 – 207 с.
20. В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.П. Селуянов. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
21. Зотов В.П. Восстановление работоспособности в спорте / В.П. Зотов. – К.: Здоров'я, 1990. – 200 с.
22. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): [учеб. для ИФК] / М.Ф. Иваницкий. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 544 с.
23. Иванов В.С. Основы математической статистики [учебник для институтов физической культуры] / В.С. Иванов. – М., 1990. – 176 с.

24. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В.В. Иванов. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 256 с.
25. Исаев Л.К. Метрология и стандартизация в сертификации / Л.К. Исаев, В.Д. Малинский. – М., 1996. – 205 с.
26. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
27. Кедровський Б.Г. Інструментальні методи контролю // Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота / Б.Г. Кедровський, В.І. Матвіїв, І.В. Маляренко, С.І. Степанюк. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.
28. Клименко А.П. Практика тестирования / А.П. Клименко. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 213 с.
29. Крилова Т.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии / Т.Д. Крилова. – М.: Знание, 1998. – 192 с.
30. Лапутин А.Н. Обучение спортивным движениям / А.Н. Лапутин. – К.: Здоров'я, 1986. – 216 с.
31. Лапутин А.Н. Технические средства обучения: [учебное пособие для тутов физической культуры] / А.Н. Лапутин, В.Л. Уткин. – М.: Физкультура и спорт, 1990. – 80 с.
- А.М. Лапутін, М.О. Носко, В.О. Кашуба. – К.: Науковий світ, 2001. – 201 с.
32. Назаров В.Т. Движения спортсменов / В.Т. Назаров – Мн.: Полымя, 1984. – 176 с.
33. Нока Р.М. Основы кинезиологии / Р.М. Нока. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 400 с.

### *Додаткова література*

1. Баландин В.И., Блудов Ю.М., Плахтиенко В.А. Прогнозирование в спорте. – М.: ФиС, 1986. – 192 с.
2. Благу П.К. К теории тестирования двигательных возможностей. – М.: ФиС, 1982. – 165 с.
3. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: ФиС, 1988. – 331 с.
4. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Скелетная мышца структура и функция. – М.: Наука, 1985. – 143 с.
5. Зотов В.П. Восстановление работоспособности в спорте. – К.: Здоров'я, 1990. – 200 с.
6. Карпман В.Л. и др. Тестирование в спортивной медицине. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
7. Матвеев Л.П. Основы спортивной тренировки. – К.: Вища школа,

1984. – 336 с.

8. Миронова З.С. и др. Перенапряжение опорно-двигательного аппарата у спортсменов. – М.: ФиС, 1982. – 95 с.

9. Моногаров В.Д. Утомление в спорте. – К.: Здоров'я, 1986. – 120 с.

10.21. Мустафа М.А. Операционная система Microsoft Windows XP

11.18. Лапутин А.Н., В.Л. Уткин. Учебное пособие по биомеханике для студентов институтов физической культуры. К. 1990г.

11. А.А. Лукашевич А.А. Л-47 Новейшая энциклопедия персонального компьютера 2006. -М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2006. -847с.:ил.

ISBN 5-224-01995-8

12. Практикум по биомеханике: Пособие для ИФК /Под редакцией И.М. Козлова. - М.: ФиС, 1980. – 120 с.

12. Теория спорта /Под редакцией В.Н. Платонова. – К.: Вища школа, 1987 – 424 с.

13. Техническая подготовка спортсменов в циклических видах спорта /Братковский В.К., Лисенко Г.И. – К.: Здоров'я, 1991. – 135 с.

14. Фомин Н.А., Вавилов Ю.М. Физиологические основы двигательной активности. – М.: ФитС, 1991. – 224 с.

**Козубенко О. С., Тупєєв Ю.В.**

**Метрологічний контроль у  
фізичному вихованні**

Частина II

*ЛЕКЦІЇ*

*ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ*

*Навчально-методичний посібник*

