

4.3. Основи теорії вимірювання

4.3.1. Метрологічне забезпечення вимірювань в спорті

У спортивній практиці найбільшого розповсюдження набули два види вимірювань. Прямим називається вимірювання, коли значення вимірювальної величини отримано безпосередньо з практичних даних (наприклад, реєстрація швидкості бігу).

Непряме вимірювання – значення вимірювальної величини, яке отримано на основі залежності цієї величини від величин, які можуть змінюватись (наприклад, залежність між швидкістю бігу і затратами енергії).

Вимірюванням будь-якої фізичної величини називається операція, в результаті якої визначається, в скільки разів ця величина більша чи менша від еталонної величини.

У тих сферах, де відсутня еталонна величина (у фігурному катанні), вимірюванням буде називатися встановлення відповідності між явищами, що вивчаються, з одного боку, і числами, з іншого. В той же час тисячі спеціалістів, які оцінюють якість психолого-педагогічних показників у спорті, повинні це робити однаково. Для цього існують стандарти вимірювань.

Стандарт – не нормативно-технічний документ, який встановлює комплекс норм, правил, вимог до спортивних вимірювань. Стандарт затверджується компетентним органом. Існує державна система стандартизації.

Метрологічне забезпечення вимірювань – це використання наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил, норм, які необхідні для досягнення єдності і точності вимірювань у фізичному вихованні та спорті.

4.3.2. Вимірювання фізичних величин

Значення фізичної величини визначається в результаті вимірювання. Найбільш простими методами вимірювання є метод безпосередньої оцінки, в якому значення фізичної величини визначається за показниками вимірювального приладу (наприклад, величина сили на шкалі динамометра, кг); метод порівняння з мірою, при якій фізична величина порівнюється зі встановленою мірою (наприклад, маса тіла, кг, г; з гирями, кг, г) тощо.

Вимірювання фізичної величини можна проводити прямим чи відносним методами. При прямому методі вимірювання фізичної величини визначається емпіричним шляхом (наприклад, довжина дистанції), при відносному методі — на основі відомої залежності фізичних величин однієї від одної, отриманих емпіричним шляхом (наприклад, визначення величини середньої швидкості спортсмена від довжини дистанції та тривалості бігу).

Кількісна оцінка конкретної фізичної величини, що характеризується

у вигляді деякого числа одиниць даної величини, називається значенням фізичної величини. Відокремлене число, що входить в «значення» величини, називається числовим значенням.

Спочатку одиниці фізичних величин вибирались довільно, без будь-якого зв'язку між собою, що утворювало певні труднощі при порівнянні результатів вимірювання.

В кожній країні створювались свої одиниці вимірювань, що ґрунтувались на вимірюваннях в стародавній Греції та Римі. Зазвичай, кожна система мір відзначалась своїми особливостями, пов'язаними не лише з епохою, але й з національним менталітетом. Так, в Росії основними одиницями довжини були п'ядь та лікоть. П'ядь служила основною мірою довжини і означала відстань між кінцями великого і вказівного пальців дорослої людини. Пізніше, коли з'явилась інша одиниця – аршин, п'ядь ($\frac{1}{4}$ аршина) поступово перестала використовуватись.

Міра «лікоть» була перейнята із Вавілоу і означала відстань від ямки ліктя до кінця середнього пальця руки.

З XVIII ст. в Росії стали використовуватись дюйм (2,54 см), запозичений з Англії (називається він «палець»), і англійський фунт. Безпосередньо російською мірою був сажень (дорівнює трьом ліктям – біля 152 см).

Англійський фут (нога, ступня) дорівнює 0,305 метра. Звідси, наприклад, розміри футбольних воріт: ширина 7,32 і висота 2,44 м, тобто за англійськими мірами 24 на 8 футів.

Для вимірювання довжини використовувались також верста (1,0668 м).

Указом Петра I російські міри довжини були узгоджені з англійськими, що по суті стали першим кроком гармонізації російської метрології з європейською:

1 аршин = 16 вершкам = 28 дюймам = 0,71120 м;

1 дюйм = 25,4 мм;

1 сажень = 3 аршинам = 7 футах = 2,1336;

1 фут = 12 дюймам = 304,8 мм;

1 пуд = 40 фунтам = 16,38 кг;

1 фунт = 96 золотникам = 409,5 г;

1 золотник = 96 долям = 4,266 г.

У другій половині XVIII ст. в Європі нараховувалось до сотні футів різної довжини, біля півсотні різних миль, більше 120 різних фунтів.

Одиниці вимірювань

В 1790 р. у Франції була створена так звана метрична система мір за основну одиницю довжини був прийнятий метр, за одиницю ваги (в той час не було різниці між поняттями «вага» і «маса») – вага 1 см³ хімічно чистої води при температурі біля + 4° С – грам (пізніше кілограм). Окрім цих двох одиниць метрична система в своєму початковому варіанті включала також одиниці площі (ар – площа квадрата зі стороною 10 м), об'єм (стер, рівний об'єму куба з ребром 0,1 м). В цій першій системі одиниць ще не було

чіткого розподілу одиниць на основні та похідні.

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

В якості основних одиниць в системі, що запропонував К.Ф. Гаусс, були прийняті: одиниця довжини – міліметр, одиниця маси – міліграм, одиниця часу – секунда. Цю систему одиниць назвали абсолютною.

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

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

Тому виникла необхідність в створенні єдиної системи одиниць вимірювань.

В 1960 р. XI Генеральна конференція по мірам і вагам прийняла міжнародну систему одиниць (*Systeme International d'Unstes – фр*) із скороченим позначенням «*SI*» – «*CI*».

В наступні роки Генеральна конференція прийняла декілька доповнень і змін, в результаті чого система «*CI*» стала складатись із семи основних (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль, кандела) і двох додаткових (плоский кут, телесний кут) одиниць (табл. 4.10)

Таблиця 4.10 — Основні одиниці міжнародної системи одиниць

Величина			Одиниці		
			Найменування	Позначення	
Найменування	Розмірність	Рекомендоване позначення		Українське	Міжнародне
Основні					
Довжина	L	l	Метр	М	m
Маса	M	m	Кілограм	КГ	
Час	T	t	Секунди	С	S
Сила електричного струму	I	i	Ампер	А	A
Термодинамічна температура	Θ	T	Кельвін	К	K
Кількість речовини	N	n,ν	Моль	Моль	Mol
Сила світлі	I	I	Кандела	кд	cd

Додаткові					
Плоский кут			Радіон	Рад	Rad
Тілесний кут			Стерадіон	СР	Sr

Похідні одиниці вимірювань:

сила – ньютон ($1H = 1 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}$);

швидкість – метр в секунду ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$);

об'єм літр ($л$);

кут повороту – градус кутовий (\dots°) радіан ($рад$);

темп (частота) рухів в секунду (с^{-1});

прискорення – метр на секунду в квадраті ($\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$);

момент інерції – кілограм – метр в квадраті ($\text{кг} \cdot \text{м}^2$);

момент сили – ньютон – метр ($H \cdot \text{м}$);

імпульс сили – ньютон – секунда ($H \cdot \text{с}$);

потужність – ват ($Вт$).

Основні та похідні показники спортивної метрології:

кінетична енергія – Дж;

потенційна енергія – Дж;

швидкість поглинання кисню – $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1}$;

метаболический еквівалент – MET (кількість кисню, що споживається за 1 хв на 1 кг маси тіла);

частота серцевих скорочень – $ЧСС$ ($\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$);

легенева вентиляція – $ЛВ$ ($\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$);

лактат в крові – $\text{мг}\%$; $\text{ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$;

анаеробна потужність – $\text{ккал} \cdot \text{хв}^{-1}$;

максимальне споживання кисню – $МСК$ ($\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$);

концентрація глюкози в крові – $\text{мг}\%$;

максимальна аеробна потужність – $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1}$;

максимальний кисневий борг – $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1}$;

життєва ємність легень – $ЖЄЛ$ ($л$);

легенева вентиляція – $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$;

парціальна напруга O_2 в артеріальній крові – мм.рт.ст. ;

поріг анаеробного обміну – $ПАНО$ – $\%$ від $МСК$;

максимальний серцевий викид (хвилинний об'єм крові) – $ХОК$ $\text{л}/\text{хв}$;

загальний об'єм серця – $\text{см}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$;

швидкість споживання кисню – $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$;

потужність фосфатної системи – $Вт \cdot \text{с}^{-1}$;

ємність анаеробної системи – $\text{ккал} \cdot \text{кг}^{-1}$.

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

Інструментальні засоби вимірювань

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

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

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

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

До показників простору відносяться також показники вимірювання кутів.

Для вимірювання кутів використовується **гоніометр** (від грецьк. *gonía* – кут; *metron* - вимірювати). Використовуються два види гоніометра – механічний та електричний.

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

Основу **електричного гоніометра** складає реостат за формулою тора (бублика). Нульовий торець реостата з'єднується з нерухомою частиною тіла (наприклад, стегном), а повзунок реостату прикріплюється до рухомої частини тіла (наприклад, до гомілки).

В практиці фізичного виховання та спорту гоніометри в основному використовуються для оцінки рівня гнучкості. Визначається амплітуда рухливості в суглобах. Показники оцінюються у градусах. Такі гоніометри складаються із шкали (180 або 360°), що показує значення кута, єдиної осі двох плечей. Одне плече гоніометра нерухоме. При вимірювання рухливості в суглобах вісь гоніометра розташовується у центрі суглоба, а плечі встановлюються вздовж відповідних кісток з різних боків суглоба (рис. 4.4).

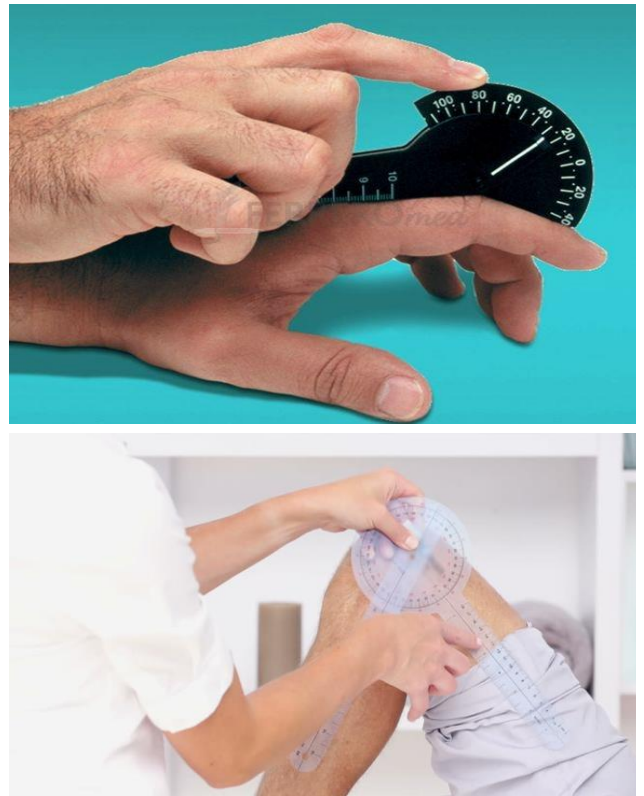


Рисунок 4.4 — Гоніометри для вимірювання рухливості у суглобах

Для оцінки показників сили використовуються **динамометри** (від грецьк. δύναμις — «сила», μέτρον — «виміряю»). Показники сили достатньо різноманітні. Можна вимірювати станову силу, силу рук і ніг, силу кистей, силу певних груп м'язів тощо. Процес вимірювання сили – **динамометрія** – проводиться для фіксації статичного і динамічного прояви сили.

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

Прояв динамічної сили вимірюється за допомогою *електричного динамометра*.

Електричний динамометр складається із тензодатчика, що включає три основних елементи: пружинку, що змінюється під впливом сили, вимірювальний прилад (амперметр, вольтметр) і джерело живлення (рис. 4.3.2). Під дією сили спортсмена пружинка стискається, викликаючи зміну опору в мережі. Вимірювальний прилад показує ці зміни. Окрім цього, нерівномірність прояву спортсменом сили фіксується приладом, що показує різну силу струму.

Різні види динамометрів представлені на рисунку 4.5.

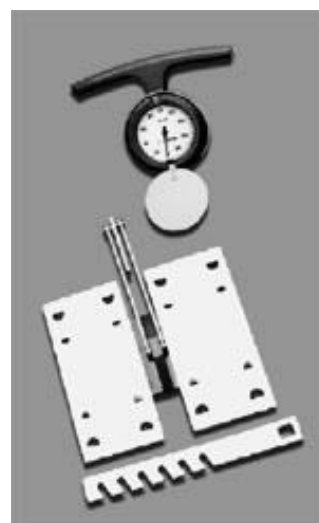


Рисунок 4.5 — Кісткові та станові динамометри

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

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

Вимірювальні прилади часу називаються **хронометрами** (від лат. *χρόνος* – «час», *μέτρον* – «виміряю»). Найпростіший хронометр – секундомір, який працює за принципом годинникового механізму. В практиці фізичного виховання і спорту достатньо широко використовуються як пружинні так і електроні секундоміри.

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

акселерографи і міографи.

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

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

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

Для вимірювання напруги м'язів використовується **міограф** (від лат. *mus* – м'яз, *grapho* – пишу). Міограф складається із електродів, електричних проводів, джерела живлення, посилювача і шкали (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 — Міографи для вимірювання напруги м'язів

На тілі людини є невеликі електричні потенціали і якщо до них підключити електричну мережу із слабким джерелом живлення, посилювачем електропотенціалів і показники току (амперметра чи вольтметра), то на шкалі приладу можна зафіксувати результати дослідження. При цьому показники будуть різними, і в залежності від того, напружені м'язи чи знаходяться в спокійному стані. Тобто, можна оцінити роботу м'язів при спортивній діяльності і різного характеру.

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

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



Рисунок 4.7. —Приклад кінограми техніки гри зліва у волейболі

Циклограма уявляє собою кінозйомку траєкторії точок тіла спортсмена на фоні темної стіни в темному одязі. До точок тіла спортсмена, що досліджується (голови, колінам, плечам та ін.) прикріплюються електролампочки, які на циклограмі відображаються у вигляді траєкторії точок.

В останні роки найбільш широкого розповсюдження набув метод **відеозйомки**.

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

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

Шкали вимірювань

Шкала (від лат. *scale* – драбина) елемент системи, за допомогою якої відбувається розподіл об'єкта, що досліджується, до певної групи об'єктів.

Поняття «шкала» використовується в двох значеннях:

1. Шкала приладу – деталь приладу, на якій можна визначити кількісну (іноді якісну) міру його значень при вимірюваннях.

2. Шкала уявляє собою певну систему, що здійснює класифікацію

об'єктів. В цьому плані може бути дуже багато шкал залежності від кількості систем, що упорядковуються. Самими розповсюдженими і загальноприйнятими шкалами є номінальна шкала, шкала порядку, шкала інтервалів, шкала відношень (табл. 4.11)

Таблиця 4.11—Шкали вимірювань

Шкала	Основні операції	Допустимі математичні	Приклади
Найменувань	Встановлення рівності	Число випадків Мода Кореляція випадкових подій	Нумерація спортсменів у команді Результати жеребкування
Порядку	Встановлення відношень «більше» чи «менше»	Медіана Рангова кореляція Рангові критерії Перевірка гіпотез	Місце, зайняте на змаганнях Результати рангування
Інтервалів	Встановлення рівності інтервалів	Середнє Середнє квадратичне відхилення Кореляція	Календарні дані Температура Суглобний кут
Відношень	Встановлення рівності відношень	Коефіцієнт варіації Середнє	Довжина, сила, маса, швидкість тощо

Шкала найменувань (номінальна шкала) – це одна з простих шкал. В шкалі числа виконують роль ярликів (номери на футболках). Числа, що складають шкалу найменувань, дозволяється міняти місцями. При використанні цієї шкали можна проводити лише деякі математичні операції. Числа не можна додавати чи віднімати, але можна враховувати, як часто зустрічається те чи інше число.

Шкала порядку (рангова шкала) – використовується у видах спорту, де визначається індивідуальний переможець (єдиноборства). Місця в шкалі порядку називаються рангами, наприклад:

- ✓ 1 місце – 1 ранг;
- ✓ 2 місце – 2 ранг тощо.

За допомогою шкали порядку можна визначити якісні показники. Найчастіше шкала порядку використовується в педагогіці, психології, соціології.

Шкала інтервалів - у цій шкалі числа не тільки визначені за рангами і розділені інтервалами. Особливість цієї шкали в тому, що нульова точка вибирається довільно (наприклад: літочислення, температура (мінус або плюс), потенціал електричного поля тощо), дані шкали інтервалів

дають відповідь на скільки більше чи менше, але не дозволяють стверджувати, у скільки разів більше (якщо температура підвищилась з 5° до 10° , то не можна стверджувати, що стало тепліше в два рази).

Шкала відношень – у цій шкалі точно визначено положення нульової точки. Це дозволяє проводити практично всі математичні операції у спорті, за шкалою відношень вимірюють відстань, силу, швидкість тощо.

Точність вимірювань

Точність вимірювань залежить від багатьох чинників, зокрема:

- об'єкта вимірювання;
- суб'єкта (експерта, експериментатора);
- способу вимірювання;
- засобів вимірювання;
- умов вимірювання (рис. 4.8)



Рисунок 4.8 — Умови навколишнього середовища, що впливають на якість вимірювань

Результат вимірювання вміщує в собі похибку, величина якої тим менша, чим точніший метод вимірювань і вимірювальний прилад. Маючи на увазі похибку вимірювань, необхідно уточнити, що таке основна, додаткова, абсолютна, відносна, систематична і випадкова похибки.

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

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

Абсолютна похибка - це різниця між показниками вимірювальною приладу (A) та істинним значенням вимірювальної величини (A_e)

$$\Delta A = A - A_e \quad (4.19)$$

Відносна похибка - визначається за формулою:

$$A_e = \frac{\Delta A}{A_e} \cdot 100\% \quad (4.20)$$

де: A_e – відносна похибка;

A – абсолютна похибка;

A_e – істинне значення вимірювальної величини.

Відносна похибка – це абсолютна похибка до значення вимірювальної величини.

Приклад. Темп бігу спортсмена, виміряний візуально – становив 208 крок·хв⁻¹. Вимірювання опорних періодів за допомогою приладу дало показник – 196 крок·хв⁻¹.

$$\Delta A_0 = A - A_0 = 208 - 196 = 12 \text{ крок} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

Відносна похибка вимірюється у відсотках.

$$\Delta A_e = \frac{\Delta A_0}{A_0} \cdot 100 = \frac{12}{196} \cdot 100 = 6,1 \%$$

Систематична похибка це похибка, величина якої не міняється від вимірювань до вимірювань.

Існують систематичні похибки трьох видів:

1. Похибка відомого походження і відомої величини;
2. Похибка відомого походження, але невідомої величини;
3. Похибка невідомого походження і невідомої величини.

Щоб ліквідувати систематичні похибки, проводять **тариркування, калібровку і рандомизацію** вимірювальних приладів.

Тариркування - перевірка похибок вимірювальних приладів шляхом зрівняння їх з показниками зразкових (еталонних) приладів всіх діапазонів можливих значень величини, що вимірюється.

Калібровка називається визначення похибки чи поправка для сукупності мір (наприклад, набору динамометрів). І при тарируванні. і при калібровці до входу вимірювальної системи замість спортсмена підключається джерело еталонного сигналу відомої величини. Наприклад, тарируючи прилад для вимірювання зусиль, на тензометричну платформу по черзі розташовують вантажі вагою 10, 20, 30 кілограмів тощо.

Рандомтацією (від англ. *random* – випадковий) називається перетворення систематичної похибки у випадкову. Цей прийом спрямований на усунення невідомих систематичних похибок. За методом рандомизації вимірювання величини, що вивчається, відбувається декілька разів. При цьому вимірювання організують так, щоб постійний фактор, який впливає на результат, діяв у кожному випадку по-різному. Скажімо, при дослідженні фізичної працездатності можна рекомендувати виміряти її багато разів, при цьому змінюючи спосіб завдання навантаження. По закінченні всіх вимірювань їх результати усереднюються за правилами математичної статистики.

Резюме

Основи теорії вимірювань, що викладені в цьому підрозділі складають наукові та організаційні умови метрологічного забезпечення вимірювань, що базуються на одиницях вимірювань, засобах вимірювання, шкалах і точності вимірювань.

Використана та рекомендована література

Афанасьев В.В., Муравьев А.В., Осетров И.А., Михайлов П.В. (2009) Спортивная метрология : учебное пособие/ под ред. В.В. Афанасьева. Ярославль: Изд-во ЯГПУ. 242 с

Благуш П. (1982) К теории тестирования двигательных способностей. М.: Физкультура и спорт. 166 с.

Годик М.А. (1988) Спортивная метрология. М.: Физкультура и спорт. 192 с.

Губа В.П., Шестаков М.Л., Бубнов Н.Б., Борисенков М.Л. (2002) Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике. М.: Спорт Академ Пресс. 211 с.

Денисова Л.В., Хмельницкая И.В., Харченко Л.А. (2008). Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте : Учебное пособие для вузов. К.: Олимп. лит. 127 с.

Закон України «Про стандартизацію» 2001. Львів: Науково-інформаційний центр «ЛЕОНОРМ». 16 с.

Иванов В.В. (1987) Комплексный контроль в подготовке спортсменов. М.: Физкультура и спорт. 256 с.

Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. (1988) Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт. 208 с.

Костюкевич В.М. (2005). Дипломна робота: структура, зміст, методика написання. Вінниця: ТОВ «Планер». 213 с.

Костюкевич В.М. (2001) Спортивна метрологія. Навчальний посібник для студентів фізичного виховання педагогічних університетів. Вінниця: ДОВ «Вінниця», ВДПУ. 183 с.

Костюкевич В.М., Воронова В.І., Шинкарук О.А., Борисова О.В. (2016) Основи науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів у вищих навчальних закладах (спеціальність: 017 Фізична культура і спорт): Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 554 с.

Масальгин Н.А. (1971) Математико-статистические методы в спорте. М.: Физкультура и спорт. 151 с.

Начинская С.В. (1987) Основы спортивной статистики. К.: Вища школа. 189 с.

Начинская С.В. (2005) Спортивная метрология. М.: Академия. 240 с.

Сергеев А.Г., Крохин В.В. (2001) Метрология. М.: Логос. 408 с.

Спортивная метрология (1982). Под ред. В.М. Зациорского. М.: Физкультура и спорт. 256 с.

Теорія і методика дитячо-юнацького спорту : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (2011). О. А. Шинкарук, С. О. Павлюк, Є. М. Свіргунець. В. В. Флерчук. Хмельницький : ХНУ. 144 с.

Толковий словарь терминов в биомеханике : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений физ. воспитания и спорта (2013) В. В. Гамалий, В. А. Кашуба, О. А. Шинкарук, Н. Шевчук ; МОНУ. К., : Полиграфсервис, 80 с.

Шинкарук О.А. (2013) Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів; МОНУ, НУФВСУ. Київ : НВП Поліграфсервіс, 136 с.

Запитання для самоконтролю

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