

# **Кратные и дольные величины**

## **Основы теории измерений**

Физическая величина - одно из свойств

физического объекта (системы или процесса),  
общее в качественном отношении для многих  
объектов, но в количественном отношении  
индивидуальное для каждого из них.

Количественная оценка физической величины -  
выражение её размера в виде некоторого числа  
принятых для нее единиц.

**Кратные единицы** — в целое число раз  
превышают основную единицу измерения

**Дольные единицы** составляют определённую долю (часть) от установленной единицы измерения. Большинство приставок пришло в СИ при её образовании в 1960 г. из метрической системы, утверждённой во Франции в 1799 г.

Дека происходит от греч. *deca* — «десять», гекто — от *hekaton* — «сто», кило — от *chiloi* — «тысяча», мега — *megas* - «большой», гига — *gigantos*— «гигантский», а тера — *teratos*, что означает «чудовищный».

Дольные микро (*micro*) и нано (*nanos*) переводятся как «малый» и «карлик». Как «тысяча» переводится и приставка **МИЛЛИ**, восходящая к лат. *mille*. Латинские корни имеют **сан**ти — *centum* («сто») и **де**ци — *decimus* («десятый»).

Международная система единиц (СИ) рекомендует десятичные приставки для обозначений кратных и дольных единиц:

| множитель                                        | пристав<br>ка | Обозначение<br>приставки |                         |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
|                                                  |               | Рус-<br>ское             | Между-<br>народ-<br>ное |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{18}$ | экса          | Э                        | E                       |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{15}$           | пета          | П                        | P                       |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$                | тера          | Т                        | T                       |
| $1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$                        | гига          | Г                        | G                       |
| $1\ 000\ 000 = 10^6$                             | мега          | М                        | M                       |
| $1\ 000 = 10^3$                                  | кило          | к                        | k                       |
| $100 = 10^2$                                     | гекто         | г                        | h                       |
| $10 = 10^1$                                      | дека          | да                       | da                      |

| множитель                                         | приставка | Обозначение приставки |               |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------------------|---------------|
|                                                   |           | Русское               | Международное |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{-18}$ | атто      | а                     | a             |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{-15}$      | фемто     | ф                     | f             |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{-12}$           | пико      | п                     | p             |
| $1\ 000\ 000\ 000 = 10^{-9}$                      | нано      | н                     | n             |
| $1\ 000\ 000 = 10^{-6}$                           | микро     | мк                    | μ             |
| $1\ 000 = 10^{-3}$                                | милли     | м                     | m             |
| $100 = 10^{-2}$                                   | санти     | с                     | c             |
| $10 = 10^{-1}$                                    | деци      | д                     | d             |

# Производные единицы измерений

**Сила** – ньютон ( $1\text{Н} = 1\text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$ ) равен силе, сообщающей телу массой  $1\text{ кг}$  ускорение  $1\text{ м}/\text{с}^2$

**Скорость** – метр в секунду ( $\text{м}/\text{с}$ )

**Темп (частота) движений** в секунду ( $\text{с}^{-1}$ )

**Ускорение** – метр на секунду в квадрате ( $\text{м}/\text{с}^2$ )

**Момент инерции** – килограмм-метр в квадрате ( $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ )

**Момент силы** – ньютон-метр ( $\text{Н} \cdot \text{м} = 1\text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$ )

равен моменту силы, создаваемому силой  $1\text{ Н}$

относительно точки, расположенной на расстоянии  $1\text{ м}$  от линии действия силы

# Виды измеряемых параметров

- *интегральные* отражают суммарный (кумулятивный) эффект функционального состояния различных систем организма (спортивное мастерство);
- *комплексные* относятся к одной из функциональных систем организма (физическая подготовленность);
- *дифференциальные* характеризуют только одно свойство системы (силовые качества);
- *единичные* раскрывают одну величину (значение) отдельного свойства системы (максимальная сила мышц).



Статистические исследования показывают, что количество измеряемых комплексных параметров в спорте колеблется от 11 до 13 (см. табл.).

| №<br>п/п | Комплексные параметры                                                                    | Частот<br>ность |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.       | Тренировочной нагрузки и восстановления (физиологические, физические, психические)       | 4,75            |
| 2.       | Физической подготовленности (качества силы, быстроты, выносливости, ловкости и гибкости) | 4,35            |
| 3.       | Сердечно-сосудистой системы (движение сердца, крупных сосудов, биопотенциалы сердца)     | 3,09            |
| 4.       | Размеров тела и конечностей (линейные, дуговые)                                          | 2,92            |
| 5.       | Технической подготовленности (статика, кинематика, динамика, ритмика движений)           | 2,6             |
| 6.       | Дыхательной системы (легочные объемы, механика дыхания, газообмен)                       | 2,48            |

|     |                                                                                      |      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7.  | Биофизических и биохимических проб (кровь и лимфа, моча и кал, мокрота, пот и слюна) | 2,43 |
| 8.  | Нервно-мышечной системы (биоэлектрическая и биомеханическая деятельность мышц)       | 2,05 |
| 9.  | Тактической подготовленности (соревновательная активность и эффективность действий)  | 1,91 |
| 10. | Отделов ЦНС (параметры головного мозга и отделов ЦНС)                                | 1,82 |
| 11. | Системы анализаторов (зрительный, вестибулярный, тактильный, слуховой...)            | 1,43 |
| 12. | Внешней формы тела и пропорций (телосложение, осанка, стопа)                         | 1,12 |
| 13. | Состава тела (содержание жира, удельный вес и плотность тела)                        | 1,00 |

**Выводы:** Параметры внешней формы и состава тела, используемые для диагностики физического состояния, употребляют в  $\approx 4,0$  раза реже, чем параметры нагрузки, восстановления и физ. подготовленности.

Довольно слабо используют важные компоненты подготовки спортсменов, как параметры тактических действий, сравнительно редко применяют измерения, помогающие изучать параметры влияния внешних условий на тренировочный процесс: атмосферы, воды, почвы, естественных сил природы.

# Таким образом, основные контролируемые параметры в спортивной медицине и тренировочном процессе:

- физиологические («внутренние»), физические («внешние») и психологические параметры тренировочной нагрузки и восстановления;
- параметры качеств силы, быстроты, выносливости, гибкости и ловкости;
- функциональные параметры сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
- биомеханические параметры спортивной техники

## Для изучения параметров используют методы измерений физ. величин:

- **СИЛОВЫХ** (отталкивания, деформации, удары, броски, обороты и вращения при выполнении упражнений);
- величин, **относящихся к скорости** (скорость разгона, перемещения, остановки и изменения направления в движении);
- **временных** (промежутки времени и частота действий в единицу времени, темп и ритм движений);
- **геометрических** (координаты расположения тела; расстояния между двумя точками при измерении результатов в прыжках);

- характеризующих **физические свойства** (плотность, удельный вес тела, пластичность костно-мышечной системы);
- характеризующих **химический состав**;
- **тепловых** (температура тела, теплопроводная способность);
- **электрических** (биопотенциалы сердца, мышц, мозга) ...

Одним из перспективных подходов к решению проблемы выявления наиболее информативных параметров и методов обследований спортсменов служит метод моделирования различных сторон подготовленности.

**Измерение** - организованное действие, выполняемое для количественного познания свойств физического объекта с помощью определения опытным путем значения физической величины.

## **Классификация измерений**

*1. По характеру зависимости измеряемой величины*

*от времени:* статические и динамические;

*2. По условиям, определяющим точность результата:*

максимально высокой точности; контрольно-поверочные;

технические.



### ***3. По способу получения результатов:***

*Прямые* -искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных;

*косвенные* -величину определяют на основании известной зависимости между ней и величинами, подвергаемыми прямым измерениям – расчёт максимального потребления кислорода, затрат энергии от скорости движения спортсмена...

*Совокупные* - измерения, в которых значения величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин

при различных сочетаниях мер или этих величин. Результаты совокупных измерений находят путем решения системы уравнений, составляемых по результатам нескольких прямых измерений.

*Совместные измерения* – это одновременные измерения (прямые или косвенные) двух или более неоднородных физических величин для определения функциональной зависимости между ними. Например, определение зависимости длины тела от температуры.

- 5. Выполняемые с помощью специальных технических средств:** автоматизированные (с участием человека); автоматические (без участия);
- 6. По количеству измерительной информации:** однократные и многократные ...
- 7. По отношению к основным единицам измерения** делят на *абсолютные* и *относительные*. Абсолютными называют такие, при которых используются прямое измерение одной основной величины и физическая константа.

Относительные измерения базируются на установлении отношения измеряемой величины к однородной, применяемой в качестве единицы. Понятно, что искомое значение зависит от используемой единицы измерения.

В метрологической практике основой для измерения физической величины служит *шкала измерений* — упорядоченная совокупность значений физ. величины

# Основные характеристики измерений:

*Принцип измерений* - совокупность физических явлений, положенных в основу измерений.

*Метод измерений* - совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

*Достоверность* измерений делит их на две категории: достоверные и недостоверные. Наличие погрешности ограничивает достоверность измерений.

*Точность измерений* - характеристика, отражающая близость результатов измерений к истинному значению измеряемой величины.

Количественно точность выражается величиной, обратной модулю относительной погрешности.

*Правильность измерения* определяется как качество измерения, отражающее близость к нулю систематических погрешностей результатов.

**Погрешность измерения** — оценка отклонения измеренного значения величины от её истинного значения. Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения.

- ***случайные*** (в том числе грубые погрешности и промахи), изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины;
- ***систематические*** погрешности, остающиеся постоянными или закономерно изменяющиеся при повторных измерениях.

БЛАГОДАРЮ  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!