

# МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

**EKSMO**  
EDUCATION



**ХИТ  
сезона**

# ЭКЗУМЕН В КАРМАНЕ

**В. А. Бисерова**  
**Надежда В. Демидова**  
**А. С. Якорева**

# **Метрология, стандартизация и сертификация: конспект лекций**

*Текст предоставлен правообладателем*

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=179667](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=179667)*

*Метрология, стандартизация и сертификация: конспект лекций:*

*ЭКМО; Москва; 2007*

*ISBN 978-5-699-22401-2*

## **Аннотация**

Конспект лекций соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования РФ и предназначен для освоения студентами вузов специальной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». Лаконичное и четкое изложение материала, продуманный отбор необходимых тем позволяют быстро и качественно подготовиться к семинарам, зачетам и экзаменам по данному предмету.

# Содержание

ЛЕКЦИЯ № 1. Метрология	4
1. Предмет и задачи метрологии	4
2. Термины	9
3. Классификация измерений	13
4. Единицы измерения	16
5. Основные характеристики измерений	18
6. Понятие о физической величине. Значение систем физических единиц	21
7. Физические величины и измерения	29
Конец ознакомительного фрагмента.	32

**А. С. Якорева, В. А.  
Бисерова, Н. В. Демидова**  
**Метрология,  
стандартизация  
и сертификация:  
конспект лекций**

**ЛЕКЦИЯ № 1. Метрология**

**1. Предмет и задачи метрологии**

С течением мировой истории человеку приходилось измерять различные вещи, взвешивать продукты, отсчитывать время. Для этой цели понадобилось создать целую систему различных измерений, необходимую для вычисления объема, веса, длины, времени и т. п. Данные подобных измерений помогают освоить количественную характеристику окружающего мира. Крайне важна роль подобных измерений при развитии цивилизации. Сегодня никакая отрасль народно-

го хозяйства не могла бы правильно и продуктивно функционировать без применения своей системы измерений. Ведь именно с помощью этих измерений происходит формирование и управление различными технологическими процессами, а также контролирование качества выпускаемой продукции. Подобные измерения нужны для самых различных потребностей в процессе развития научно—технического прогресса: и для учета материальных ресурсов и планирования, и для нужд внутренней и внешней торговли, и для проверки качества выпускаемой продукции, и для повышения уровня защиты труда любого работающего человека. Несмотря на многообразие природных явлений и продуктов материального мира, для их измерения существует такая же многообразная система измерений, основанных на очень существенном моменте – сравнении полученной величины с другой, ей подобной, которая однажды была принята за единицу. При таком подходе физическая величина расценивается как некоторое число принятых для нее единиц, или, говоря иначе, таким образом получается ее значение. Существует наука, систематизирующая и изучающая подобные единицы измерения, – метрология. Как правило, под метрологией подразумевается наука об измерениях, о существующих средствах и методах, помогающих соблюсти принцип их единства, а также о способах достижения требуемой точности.

Происхождение самого термина «метрология» возводя! к двум греческим словам: metron, что переводится как «ме-

ра», и logos – «учение». Бурное развитие метрологии пришлось на конец XX в. Оно неразрывно связано с развитием новых технологий. До этого метрология была лишь описательным научным предметом. Следует отметить и особое участие в создании этой дисциплины Д. И. Менделеева, которому подевалось вплотную заниматься метрологией с 1892 по 1907 гг... когда он руководил этой отраслью российской науки. Таким образом, можно сказать, что метрология изучает:

- 1) методы и средства для учета продукции по следующим показателям: длине, массе, объему, расходу и мощности;
- 2) измерения физических величин и технических параметров, а также свойств и состава веществ;
- 3) измерения для контроля и регулирования технологических процессов.

Выделяют несколько основных направлений метрологии:

- 1) общая теория измерений;
  - 2) системы единиц физических величин;
  - 3) методы и средства измерений;
  - 4) методы определения точности измерений;
  - 5) основы обеспечения единства измерений, а также основы единообразия средств измерения;
  - 6) эталоны и образцовые средства измерений;
  - 7) методы передачи размеров единиц от образцов средств измерения и от эталонов рабочим средствам измерения.
- Важным понятием в науке метрологии является единство из-

мерений, под которым подразумевают такие измерения при которых итоговые данные получаются в узаконенных единицах, в то время как погрешности данных измерений получены с заданной вероятностью. Необходимость существования единства измерений вызвана возможностью сопоставления результатов различных измерений, которые были проведены в различных районах, в различные временные отрезки, а также с применением разнообразных методов и средств измерения.

Следует различать также объекты метрологии:

- 1) единицы измерения величин;
- 2) средства измерений;
- 3) методики, используемые для выполнения измерений и т. д.

Метрология включает в себя: во—первых, общие правила, нормы и требования, во—вторых, вопросы, нуждающиеся в государственном регламентировании и контроле. И здесь речь идет о:

- 1) физических величинах, их единицах, а также об их измерениях;
- 2) принципах и методах измерений и о средствах измерительной техники;
- 3) погрешностях средств измерений, методах и средствах обработки результатов измерений с целью исключения погрешностей;
- 4) обеспечении единства измерений, эталонах, образцах;

- 5) государственной метрологической службе;
- 6) методике поверочных схем;
- 7) рабочих средствах измерений.

В связи с этим задачами метрологии становятся: усовершенствование эталонов, разработка новых методов точных измерений, обеспечение единства и необходимой точности измерений.

## 2. Термины

Очень важным фактором правильного понимания дисциплины и науки метрология служат использующиеся в ней термины и понятия. Надо сказать, что, их правильная формулировка и толкование имеют первостепенное значение, так как восприятие каждого человека индивидуально и многие, даже общепринятые термины, понятия и определения он трактует по—своему, используя свой жизненный опыт и следуя своим инстинктам, своему жизненному кредо. А для метрологии очень важно толковать термины однозначно для всех, поскольку такой подход дает возможность оптимально и целиком понимать какое—либо жизненное явление. Для этого был создан специальный стандарт на терминологию, утвержденный на государственном уровне. Поскольку Россия на сегодняшний момент воспринимает себя частью мировой экономической системы, постоянно идет работа над унификацией терминов и понятий, создается международный стандарт. Это, безусловно, помогает облегчить процесс взаимовыгодного сотрудничества с высокоразвитыми зарубежными странами и партнерами. Итак, в метрологии используются следующие величины и их определения:

1) **физическая величина**, представляющая собой общее свойство в отношении качества большого количества физических объектов, но индивидуальное для каждого в

смысле количественного выражения;

2) **единица физической величины**, что подразумевает под собой физическую величину, которой по условию присвоено числовое значение, равное единице;

3) **измерение физических величин**, под которым имеется в виду количественная и качественная оценка физического объекта с помощью средств измерения;

4) **средство измерения**, представляющее собой техническое средство, имеющее нормированные метрологические характеристики. К ним относятся измерительный прибор, мера, измерительная система, измерительный преобразователь, совокупность измерительных систем;

5) **измерительный прибор** представляет собой средство измерений, вырабатывающее информационный сигнал в такой форме, которая была бы понятна для непосредственного восприятия наблюдателем;

6) **мера** – также средство измерений, воспроизводящее физическую величину заданного размера. Например, если прибор аттестован как средство измерений, его шкала с оцифрованными отметками является мерой;

7) **измерительная система**, воспринимаемая как совокупность средств измерений, которые соединяются друг с другом посредством каналов передачи информации для выполнения одной или нескольких функций;

8) **измерительный преобразователь** – также средство измерений, которое производит информационный измери-

тельный сигнал в форме, удобной для хранения, просмотра и трансляции по каналам связи, но не доступной для непосредственного восприятия;

9) **принцип измерений как совокупность физических явлений**, на которых базируются измерения;

10) **метод измерений как совокупность приемов и принципов использования технических средств измерений**;

11) **методика измерений как совокупность методов и правил**, разработанных метрологическими научно—исследовательскими организациями, утвержденных в законодательном порядке;

12) **погрешность измерений**, представляющую собой незначительное различие между истинными значениями физической величины и значениями, полученными в результате измерения;

13) **основная единица измерения, понимаемая как единица измерения**, имеющая эталон, который официально утвержден;

14) **производная единица как единица измерения**, связанная с основными единицами на основе математических моделей через энергетические соотношения, не имеющая эталона;

15) **эталон**, который имеет предназначение для хранения и воспроизведения единицы физической величины, для трансляции ее габаритных параметров нижестоящим по по-

верочной схеме средствам измерения. Существует понятие «первичный эталон», под которым понимается средство измерений, обладающее наивысшей в стране точностью. Есть понятие «эталон сравнений», трактуемое как средство для связи эталонов межгосударственных служб. И есть понятие «эталон—копия» как средство измерений для передачи размеров единиц образцовым средствам;

16) **образцовое средство**, под которым понимается средство измерений, предназначенное только для трансляции габаритов единиц рабочим средствам измерений;

17) **рабочее средство**, понимаемое как «средство измерений для оценки физического явления»;

18) **точность измерений**, трактуемая как числовое значение физической величины, обратное погрешности, определяет классификацию образцовых средств измерений. По показателю точности измерений средства измерения можно разделить на: наивысшие, высокие, средние, низкие.

### 3. Классификация измерений

Классификация средств измерений может проводиться по следующим критериям.

1. **По характеристике точности** измерения делятся на равноточные и неравноточные.

**Равноточными измерениями** физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерений (СИ), обладающих одинаковой точностью, в идентичных исходных условиях.

**Неравноточными измерениями** физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерения, обладающих разной точностью, и (или) в различных исходных условиях.

2. **По количеству измерений** измерения делятся на однократные и многократные.

**Однократное измерение** – это измерение одной величины, сделанное один раз. Однократные измерения на практике имеют большую погрешность, в связи с этим рекомендуется для уменьшения погрешности выполнять минимум три раза измерения такого типа, а в качестве результата брать их среднее арифметическое.

**Многократные измерения** – это измерение одной или нескольких величин, выполненное четыре и более раз. Многократное измерение представляет собой ряд однократных

измерений. Минимальное число измерений, при котором измерение может считаться многократным, – четыре. Результатом многократного измерения является среднее арифметическое результатов всех проведенных измерений. При многократных измерениях снижается погрешность.

3. **По типу изменения величины** измерения делятся на статические и динамические.

**Статические измерения** – это измерения постоянной, неизменной физической величины. Примером такой постоянной во времени физической величины может послужить длина земельного участка.

**Динамические измерения** – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

4. **По назначению** измерения делятся на технические и метрологические.

**Технические измерения** – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

**Метрологические измерения** – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

5. **По способу представления результата** измерения делятся на абсолютные и относительные.

**Абсолютные измерения** – это измерения, которые выполняются посредством прямого, непосредственного измерения основной величины и (или) применения физической константы.

**Относительные измерения** – это измерения, при кото-

рых вычисляется отношение однородных величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель – базой сравнения (единицей). Результат измерения будет зависеть от того, какая величина принимается за базу сравнения.

**6. По методам получения результатов** измерения делятся на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

**Прямые измерения** – это измерения, выполняемые при помощи мер, т. е. измеряемая величина сопоставляется непосредственно с ее мерой. Примером прямых измерений является измерение величины угла (мера – транспортир).

**Косвенные измерения** – это измерения, при которых значение измеряемой величины вычисляется при помощи значений, полученных посредством прямых измерений, и некоторой известной зависимости между данными значениями и измеряемой величиной.

**Совокупные измерения** – это измерения, результатом которых является решение некоторой системы уравнений, которая составлена из уравнений, полученных вследствие измерения возможных сочетаний измеряемых величин.

**Совместные измерения** – это измерения, в ходе которых измеряется минимум две неоднородные физические величины с целью установления существующей между ними зависимости.

## 4. Единицы измерения

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам была утверждена Международная система единиц (СИ).

В основе Международной системы единиц лежат семь единиц, охватывающих следующие области науки: механику, электричество, теплоту, оптику, молекулярную физику, термодинамику и химию:

- 1) единица длины (механика) – **метр**;
- 2) единица массы (механика) – **килограмм**;
- 3) единица времени (механика) – **секунда**;
- 4) единица силы электрического тока (электричество) – **ампер**;
- 5) единица термодинамической температуры (теплота) – **кельвин**;
- 6) единица силы света (оптика) – **кандела**;
- 7) единица количества вещества (молекулярная физика, термодинамика и химия) – **моль**.

В Международной системе единиц есть дополнительные единицы:

- 1) единица измерения плоского угла – **радиан**;
- 2) единица измерения телесного угла – **стерадиан**. Таким образом, посредством принятия Международной системы единиц были упорядочены и приведены к одному виду единицы измерения физических величин во всех областях

науки и техники, так как все остальные единицы выражаются через семь основных и две дополнительные единицы СИ. Например, количество электричества выражается через секунды и амперы.

## 5. Основные характеристики измерений

Выделяют следующие основные характеристики измерений:

- 1) метод, которым проводятся измерения;
- 2) принцип измерений;
- 3) погрешность измерений;
- 4) точность измерений;
- 5) правильность измерений;
- 6) достоверность измерений.

**Метод измерений** – это способ или комплекс способов, посредством которых производится измерение данной величины, т. е. сравнение измеряемой величины с ее мерой согласно принятому принципу измерения.

Существует несколько критериев классификации методов измерений.

1. По способам получения искомого значения измеряемой величины выделяют:

- 1) прямой метод (осуществляется при помощи прямых, непосредственных измерений);
- 2) косвенный метод.

2. По приемам измерения выделяют:

- 1) контактный метод измерения;
- 2) бесконтактный метод измерения. **Контактный метод**

**измерения** основан на непосредственном контакте какой—либо части измерительного прибора с измеряемым объектом.

При **бесконтактном методе измерения** измерительный прибор не контактирует непосредственно с измеряемым объектом.

3. По приемам сравнения величины с ее мерой выделяют:

1) метод непосредственной оценки;

2) метод сравнения с ее единицей.

**Метод непосредственной оценки** основан на применении измерительного прибора, показывающего значение измеряемой величины.

**Метод сравнения с мерой** основан на сравнении объекта измерения с его мерой.

**Принцип измерений** – это некое физическое явление или их комплекс, на которых базируется измерение. Например, измерение температуры основано на явлении расширения жидкости при ее нагревании (ртуть в термометре).

**Погрешность измерения** – это разность между результатом измерения величины и настоящим (действительным) значением этой величины. Погрешность, как правило, возникает из—за недостаточной точности средств и методов измерения или из—за невозможности обеспечить идентичные условия при многократных наблюдениях.

**Точность измерений** – это характеристика, выражающая степень соответствия результатов измерения настоящей

му значению измеряемой величины.

Количественно точность измерений равна величине относительной погрешности в минус первой степени, взятой по модулю.

**Правильность измерения** – это качественная характеристика измерения, которая определяется тем, насколько близка к нулю величина постоянной или фиксировано изменяющейся при многократных измерениях погрешности (систематическая погрешность). Данная характеристика зависит, как правило, от точности средств измерений.

Основная характеристика измерений – это достоверность измерений.

**Достоверность измерений** – это характеристика, определяющая степень доверия к полученным результатам измерений. По данной характеристике измерения делятся на достоверные и недостоверные. Достоверность измерений зависит того, известна ли вероятность отклонения результатов измерения от настоящего значения измеряемой величины. Если же достоверность измерений не определена, то результаты таких измерений, как правило, не используются. Достоверность измерений ограничена сверху погрешностью измерений.

## **6. Понятие о физической величине. Значение систем физических единиц**

Физическая величина является понятием как минимум двух наук: физики и метрологии. По определению физическая величина представляет собой некое свойство объекта, процесса, общее для целого ряда объектов по качественным параметрам, отличающееся, однако, в количественном отношении (индивидуальная для каждого объекта). Классическим примером иллюстрации этого определения служит тот факт, что, обладая собственной массой и температурой, все тела имеют индивидуальные числовые значения этих параметров. Соответственно размер физической величины считается ее количественным наполнением, содержанием, а в свою очередь значение физической величины представляет собой числовую оценку ее размеров. В связи с этим существует понятие однородной физической величины, когда она является носителем аналогичного свойства в качественном смысле. Таким образом, получение информации о значениях физической величины как некоего числа принятых для нее единиц и есть главная задача измерений. И, соответственно, физическая величина, которой по определению присвоено условное значение, равное единице, есть единица физической величины. Вообще же все значения физических величин традиционно делят на: истинные и действительные. Пер-

вые представляет собой значения, идеальным образом отражающие в качественном и количественном отношении соответствующие свойства объекта, а вторые – значения, найденные экспериментальным путем и настолько приближенные к истине, что могут быть приняты вместо нее. Однако этим классификация физических величин не исчерпывается. Есть целый ряд классификаций, созданных по различным признакам Основными из них является деления на:

1) активные и пассивные физические величины – при делении по отношению к сигналам измерительной информации. Причем первые (активные) в данном случае представляют собой величины, которые без использования вспомогательных источников энергии имеют вероятность быть преобразованными в сигнал измерительной информации. А вторые (пассивные) представляют собой такие величины, для измерения которых нужно использовать вспомогательные источники энергии, создающие сигнал измерительной информации;

2) аддитивные (или экстенсивные) и неаддитивные (или интенсивные) физические величины – при делении по признаку аддитивности. Считается, что первые (аддитивные) величины измеряются по частям, кроме того, их можно точно воспроизводить с помощью многозначной меры, основанной на суммировании размеров отдельных мер. А вторые (неаддитивные) величины прямо не измеряются, так как они преобразуются в непосредственное измерение величины или из-

мерение путем косвенных измерений.

В 1791 г. Национальным собранием Франции была принята первая в истории система единиц физических величин. Она представляла собой метрическую систему мер. В нее входили: единицы длин, площадей, объемов, вместимостей и веса. А в их основу были положены две общеизвестные ныне единицы: метр и килограмм. Ряд исследователей считают, что, строго говоря, эта первая система не является системой единиц в современном понимании. И лишь в 1832 г. немецким математиком К. Гауссом была разработана и опубликована новейшая методика построения системы единиц, представляющая собой в данном контексте некую совокупность основных и производных единиц.

В основу своей методики ученый заложил три основные независимые друг от друга величины: массу, длину, время. А в качестве основных единиц измерения данных величин математик взял миллиграмм, миллиметр и секунду, поскольку все остальные единицы измерения можно с легкостью вычислить с помощью минимальных. К. Гаусс считал свою систему единиц абсолютной системой. С развитием цивилизации и научно—технического прогресса возникли еще ряд систем единиц физических величин, основанием для которых служит принцип системы Гаусса. Все эти системы построены как метрические, однако их отличием служат различные основные единицы. Так, на современном этапе развития выделяют следующие основные системы единиц фи-

зических величин:

1) **система СГС** (1881 г.) или Система единиц физических величин СГС, основными единицами которых являются следующие: сантиметр (см) – представленный в виде единицы длины, грамм (г) – в виде единицы массы, а также секунда (с) – в виде единицы времени;

2) **система МКГСС** (конец XIX в.), использующая первоначально килограмм как единицу веса, а впоследствии как единицу силы, что вызвало создание системы единиц физических величин, основными единицами которой стали три физических единицы: метр как единица длины, килограмм—сила как единица силы и секунда как единица времени;

3) **система МКСА** (1901 г.), основы которой были созданы итальянским ученым Дж. Джорджи, который предложил в качестве единиц системы МКСА метр, килограмм, секунду и ампер.

На сегодняшний день в мировой науке существует неисчислимое количество всевозможных систем единиц физических величин, а также немало так называемых внесистемных единиц. Это, конечно, приводит к определенным неудобствам при вычислениях, вынуждая прибегать к пересчету при переводе физических величин из одной системы единиц в другую. Сложилась ситуация, при которой возникла серьезная необходимость унификации единиц измерения. Требовалось создать такую систему единиц физических ве-

личин, которая подходила бы для большинства различных отраслей области измерений. Причем в роли главного акцента должен был звучать принцип когерентности, подразумевающий под собой, что единица коэффициента пропорциональности равна в уравнениях связи между физическими величинами. Подобный проект был создан в 1954 г. комиссией по разработке единой Международной системы единиц. Он носил название «проект Международной системы единиц» и был в конце концов утвержден Генеральной конференцией по мерам и весам. Таким образом, система, основанная на семи основных единицах, стала называться Международной системой единиц, или сокращенно СИ, что происходит от аббревиатуры французского наименования «Systeme International\* (SI). Международная система единиц, или сокращенно СИ, содержит семь основных, две дополнительных, а также несколько внесистемных, логарифмических единиц измерения, что можно видеть в таблице 1.

*Таблица 1*

**Международная система единиц или СИ**

Физические величины, обладающие официально утвержденным эталоном	Единица измерения	Сокращения, принятые для обозначения единиц измерения физической величины	
		Русские	Международные
Длина	Метр	м	m
Масса	Килограмм	кг	kg
Время	Секунда	с	s
Сила электрического тока	Ампер	А	A
Температура	Кельвин	К	K
Единица освещенности	Кандела	канд.	cd
Количество вещества	Моль	моль	mol

Решениями Генеральной конференции по мерам и весам приняты такие определения основных единиц измерения физических величин:

1) метр считается длиной пути, который проходит свет в вакууме за  $1/299\,792\,458$  долю секунды;

2) килограмм считается приравненным к существующему международному прототипу килограмма;

3) секунда равна  $919\,2631\,770$  периодам излучения, соответствующего тому переходу, который происходит между двумя так называемыми сверхтонкими уровнями основного состояния атома Cs133;

4) ампер считается мерой той силы неизменяющегося тока, вызывающего на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия при условии прохождения по двум прямолинейным параллельным проводникам, обладающим такими показателями, как ничтожно малая площадь кругового сечения и бесконечная длина, а также расположение на рас-

стоянии в 1 м друг от друга в условиях вакуума;

5) кельвин равен  $1/273,16$  части термодинамической температуры, так называемой тройной точки воды;

6) моль равен количеству вещества системы, в которую входит такое же количество структурных элементов, что и в атомы в  $C_{12}$  массой 0,012 кг.

Кроме того, Международная система единиц содержит две достаточно важные дополнительные единицы, необходимые для измерения плоского и телесного углов. Так, единица плоского угла – это радиан, или сокращенно рад, представляющий собой угол между двух радиусов окружности, длина дуги между которыми равняется радиусу окружности. Если речь идет о градусах, то радиан равен  $57^{\circ}17'48''$ . А стерadian, или ср, принимаемый за единицу телесного угла, представляет собой, соответственно, телесный угол, расположение вершины которого фиксируется в центре сферы, а площадь, вырезаемая данным углом на поверхности сферы, равна площади квадрата, сторона которого равна длине радиуса сферы. Другие дополнительные единицы СИ используются для формирования единиц угловой скорости, а также углового ускорения и т. д. Радиан и стерadian используются для теоретических построений и расчетов, поскольку большая часть значимых для практики значений углов в радианах выражаются трансцендентными числами. К внесистемным единицам относятся следующие:

1) за логарифмическую единицу принята десятая часть

бела, децибел (дБ);

2) диоптрия – сила света для оптических приборов;

3) реактивная мощность – Вар (ВА);

4) астрономическая единица (а. е.) – 149,6 млн км;

5) световой год, под которым понимается такое расстояние, которое луч света проходит за 1 год;

6) вместимость – литр;

7) площадь – гектар (га).

Кроме того, логарифмические единицы традиционно делят на абсолютные и относительные. Первые **абсолютные логарифмические единицы** – это десятичный логарифм соотношения физической величины и нормированного значения. Относительная логарифмическая единица образуется как десятичный логарифм отношения любых двух однородных величин. Существуют также единицы, вообще не входящие в СИ. Это в первую очередь такие единицы, как градус и минута. Все остальные единицы считаются производными, которые согласно Международной системе единиц образуются с помощью самых простейших уравнений с использованием величин, числовые коэффициенты которых приравнены к единице. Если в уравнении числовой коэффициент равен единице, производная единица называется когерентной.

## 7. Физические величины и измерения

Объектом измерения для метрологии, как правило, являются физические величины. Физические величины используются для характеристики различных объектов, явлений и процессов. Разделяют основные и производные от основных величины. Семь основных и две дополнительных физических величины установлены в Международной системе единиц. Это длина, масса, время, термодинамическая температура, количество вещества, сила света и сила электрического тока, дополнительные единицы – это радиан и стерадиан.

У физических величин есть качественные и количественные характеристики.

Качественное различие физических величин отражается в их размерности. Обозначение размерности установлено международным стандартом ИСО, им является символ  $\text{dim}^*$ .

Таким образом, размерность длины, массы и времени:

$$\text{dim}^*l = L,$$

$$\text{dim}^*m = M,$$

$$\text{dim}^*t = T.$$

Для производной величины размерность выражается посредством размерности основных величин и степенного множителя:

$$\text{dim}^*Y = L^k \times M^1 \times T^m,$$

где  $k$ ,  $l$ ,  $m$  – показатели степени размерности основных величин.

Показатель степени размерности может принимать различные значения и разные знаки, может быть как целым, так и дробным, может принимать значение ноль. Если при определении размерности производной величины все показатели степени размерности равны нулю, то основание степени, соответственно, принимает значение единицы, таким образом, величина является безразмерной.

Размерность производной величины может также определяться как отношение одноименных величин, тогда величина является относительной. Размерность относительной величины может также быть логарифмической.

Количественная характеристика объекта измерения – это его размер, полученный в результате измерения. Самый элементарный способ получить сведения о размере определенной величины объекта измерения – это сравнить его с другим объектом. Результатом такого сравнения не будет точная количественная характеристика, оно позволит лишь выяснить, какой из объектов больше (меньше) по размеру. Сравняться могут не только два, но и большее число размеров. Если размеры объектов измерения расположить по возрастанию или по убыванию, то получится **шкала порядка**. Процесс сортировки и расположения размеров по возрастанию или по убыванию по шкале порядка называется **ранжированием**. Для удобства измерений определенные точки на

шкале порядка фиксируются и называются опорными, или реперными точками. Фиксированным точкам шкалы порядка могут ставиться в соответствие цифры, которые часто называют баллами.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.