# ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

К общепринятым в метрологии определениям относятся поня- тия: *измерения; средства, принцип, метод и объект измерения; алгоритм измерения и шкалы измерений,* ряд других терминов.

*Измерением* называется процесс нахождения значения физи- ческой величины опытным путем с помощью специальных техниче- ских средств.

Метрологическая суть измерения сводится к основному урав- нению измерения (основному уравнению метрологии):

*А=kA*0 (2)

где *А* – значение измеряемой физической величины; *А*0 – значение величины, принятой за образец; *k* – отношение измеряемой величи- ны к образцу.

Любое измерение заключается в сравнении путем физического эксперимента данной величины с некоторым ее значением, приня- тым за единицу сравнения, с так называемой *мерой* (см. далее). Та- кой подход выработан практикой измерений, исчисляемой сотнями лет. Великий математик Л. Эйлер утверждал: «Невозможно опреде- лить или измерить одну величину иначе как, приняв в качестве из- вестной другую величину этого же рода и указав соотношение, в ко- тором они находятся».

Наиболее удобен вид основного уравнения метрологии (2), ес- ли выбранная за образец величина равна единице. При этом пара- метр *k* представляет собой числовое значение измеренной величи-

ны, зависящее от принятого метода измерения и единицы измере- ния.

Получаемая при измерениях физических величин информация называется *измерительной.* Зачастую информация об объекте из- мерения известна до проведения исследований, что является важ- нейшим фактором, обусловливающим эффективность измерения. Такую информацию об объекте измерения называют *априорной информацией.* При полном отсутствии этой информации измерение в принципе невозможно, так как неизвестно, что же необходимо из- мерить, а, следовательно, нельзя выбрать нужные средства изме- рений. При наличии априорной информации об объекте в полном объеме, т. е. при известном значении измеряемой величины, изме- рения попросту не нужны. Априорная информация определяет до- стижимую точность измерений и их эффективность.

Информация, получаемая *в* результате измерения, может со- держаться в объекте измерения в двух формах: пассивной и актив- ной. *Пассивная информация* — это совокупность сведений, заклю- ченных в том, как устроен объект; такой информацией является, например, информация о величине напряжения источника питания. С другой стороны, информация является *активной,* если она имеет форму энергетической характеристики какого-либо явления. Подоб- ные энергетические явления называются сигналами. Их примерами являются электрические, оптические и акустические сигналы, ис- пользуемые для передачи информации.

## Основные характеристики измерений

Основными характеристиками измерений являются результат, погрешность, точность, правильность, сходимость, воспроизводи- мость и достоверность.

*Результат* измерений физической величины (кратко – резуль- тат измерения или, просто результат) – это значение физической величины, полученное путем ее измерения.

Часто в полученный результат вносят поправки. *Поправка* –

значение величины, одноименной с измеряемой, которая вводится в

результат измерения для исключения определенных, так называе- мых *систематических* составляющих погрешности:

* *неисправленный* результат измерения – значение физической величины, полученное при помощи средств измерений до внесе- ния поправок;
* *исправленный* результат измерения – значение физической ве- личины, полученное при помощи средств измерений и уточнен- ное путем внесения в него необходимых поправок.

*Погрешность средства измерения* – разность между показа- ниями средства измерения и истинным (действительным) значени- ем измеряемой физической величины.

*Точность измерений* – понятие, отражающее меру близости результатов измерений к истинному значению измеряемой физиче- ской величины. Термин «точность измерений», т.е. степень прибли- жения результатов измерения к некоторому действительному зна- чению, не имеет строгого определения и используется для каче- ственного сравнения измерительных операций. Точность и погреш- ность связаны обратной зависимостью. По точности измерения де- лят на три основные группы:

* *измерения максимально возможной точности,* достижимой при существующем уровне развития науки и техники; это измерения, связанные с созданием и эксплуатацией эталонов, а также изме- рения, проводимые при научных исследованиях; для таких изме- рений необходима тщательная оценка погрешностей и анализ их источников;
* *контрольно-поверочные и лабораторные измерения,* к которым, в частности, относятся метрологическая аттестация средств из- мерений, лабораторный анализ, экспертные измерения; погреш- ность таких измерений не должна превышать некоторого опреде- ленного уровня;
* *технические измерения,* при которых погрешность оценивают по метрологическим характеристикам средств измерений с учетом применяемого метода измерений.

*Правильность измерений* – это метрологическая характери- стика, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений.

*Сходимость результатов измерений* характеризует качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измере- ний одной и той же величины, выполняемых повторно одними и те- ми же методами и средствами измерений и в одних и тех же усло- виях.

*Воспроизводимость результатов измерений* – характеристи- ка качества измерений, отражающая близость друг к другу резуль- татов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными опе- раторами, но приведенных к одним и тем же условиям.

*Достоверность измерений* определяется степенью *доверия к* результату измерения и характеризуется вероятностью того, что ис- тинное значение измеряемой величины находится в указанных пре- делах, или в указанном интервале. Данный интервал в теории изме- рений называют *доверительным* и между его границами с заданной

*доверительной вероятностью*

*РД* *хн*

 *хи*

 *хв*   1 *q*

(1.3)

находится истинное значение *хи* оцениваемого параметра. В фор- муле (1.3) *q* – *уровень значимости критерия ошибки* (или *уровень значимости ошибки,* см. гл. 2); *хн, хв* – нижняя и верхняя границы доверительного интервала.

Обычно измерения делят на *достоверные* и *недостоверные* в зависимости от того, известны или неизвестны вероятностные ха- рактеристики их отклонения от истинных значений измеряемых ве- личин.

*Принцип измерений* – совокупность физических явлений, на которых основаны измерения. Пример – применение эффекта Хол- ла для измерения мощности.

*Метод измерений* – совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Это достаточно общее определе-

ние на практике часто конкретизируют, относя его только к применя- емым средствам измерения, например метод измерения частоты частотомером, напряжения – вольтметром, силы тока – ампермет- ром и т. д.

*Методика измерения* – общий или поэтапный план проведе- ния измерения – намеченный распорядок измерений, определяю- щий состав применяемых приборов, последовательность и правила проведения операций.

*Объект измерения* – это реальный физический объект, свой- ства которого характеризуются одной или несколькими измеряемы- ми физическими величинами.

*Математическая модель объекта* – совокупность математи- ческих символов (образов) и отношений между ними, которая адек- ватно описывает свойства объекта измерения.

*Алгоритм измерения* – точное предписание о порядке выпол- нения операций, обеспечивающих измерение физической величины.

## Шкала измерений

На практике необходимо проводить измерения различных фи- зических величин, характеризующих свойства веществ, объектов, тел, явлений и процессов. Некоторые свойства проявляются только количественно, другие – качественно. Количественные или каче- ственные проявления любого свойства отражаются множествами, которые образуют *шкалы измерения.*

*Шкала физической величины* – упорядоченная последова- тельность значений физической величины, принятая по результатам точных измерений. *Отметки шкалы* – знак на шкале прибора (чер- точка, точка и т. д.), соответствующий некоторому значению физи- ческой величины. Для цифровых шкал числа являются отметками шкалы. Промежуток между соседними отметками шкалы называется *делением шкалы. Цена деления шкалы* – разность значений изме- ряемой величины, соответствующих соседним отметкам шкалы.

Отметки наносятся на шкалу при *градуировке* прибора, т. е. при подаче на его вход сигнала с выхода образцовой многозначной

меры. *Указатель* – часть отсчетного устройства, положение которо- го относительно отметок шкалы определяет показания измеритель- ного прибора.

Среди шкал следует выделить три основных типа: шкалы наименований, интервалов и абсолютные шкалы.

1. *Шкала наименований (шкала классификации)* основана на при- писывании объекту цифр (знаков), играющих роль простых имен. Нумерация объектов по шкале наименований осуществляется по принципу: «не приписывай одну и ту же цифру разным объек- там». Поэтому с цифрами, используемыми только как специфи- ческие имена, нельзя проводить никаких арифметических дей- ствий.
2. *Шкала интервалов (шкала разностей)* отражает разность значе- ний физической величины. К таким шкалам относятся, например, температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта и Реомюра. На тем- пературной шкале Цельсия за начало отсчета разности темпера- тур принята температура таяния льда. Для удобства пользования шкалой Цельсия интервал между температурами таяния льда и кипения воды разделен на 100 равных интервалов – градусов.
3. *Абсолютные шкалы* имеют естественное однозначное опреде- ление единицы измерения и не зависят от принятой системы единиц измерения. Данные шкалы соответствуют относительным величинам: коэффициенту усиления, коэффициенту ослабления и т. д.