

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

А.С. Спиридонова, Н.М. Наталинова

ПРАКТИКУМ ПО МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 006+658.562.012.7(076.5)

ББК 30.10+65.2-823я73

C72

Спиридонова А.С.

C72

Практикум по метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / А.С. Спиридонова, Н.М. Наталинова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 131 с.

Пособие содержит шесть лабораторных работ и четыре практических занятия, которые включают в себя необходимые теоретические материалы и контрольные вопросы для подготовки к защите выполненных работ.

Предназначено для студентов всех направлений для закрепления теоретических основ метрологии, методов измерений, порядка проведения измерений значений физических величин и правил обработки результатов измерений, оценивания неопределенности измерений, нормативно-правовых основ метрологии, а также теоретических положений деятельности по стандартизации, принципов построения и правил пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией.

УДК 006+658.562.012.7(076.5)

ББК 30.10+65.2-823я73

Рецензенты

Кандидат технических наук, доцент ТГАСУ

А.А. Алексеев

Кандидат химических наук, доцент ТГУ

Н.А. Гавриленко

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2014

© Спиридонова А.С., Наталинова Н.М., 2014

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Метрология и стандартизация являются инструментами обеспечения качества и безопасности продукции, работ и услуг – важным аспектом многогранной деятельности. Качество и безопасность являются основными факторами реализации товара. Целью преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является изложение понятий, формирование у студентов знаний, умений и навыков в областях деятельности по стандартизации, метрологии и подтверждения соответствия для обеспечения эффективности производственной и других видов деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

знать

- цели, принципы, сферы применения, объекты, субъекты, средства, методы, нормативно-правовую базу стандартизации, метрологии, деятельности по подтверждению соответствия;

уметь

- применять техническое и метрологическое законодательство;
- работать с нормативными документами;
- распознавать формы подтверждения соответствия;
- различать международные и национальные единицы измерения;

владеть

- опытом работы с действующими федеральными законами, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.

Работа соответствует требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО и стандартам ООП ТПУ) по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов всех специальностей.

Данное пособие предназначено для закрепления теоретических основ метрологии, методов измерений, порядка проведения измерений значений физических величин и правил обработки результатов измерений, нормативно-правовых основ метрологии, также теоретических положений деятельности по стандартизации и сертификации, принципов построения и правил пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией.

РАЗДЕЛ 1. МЕТРОЛОГИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И НОРМИРУЕМЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1. Основные понятия и определения

В соответствии с РМГ 29-99 [1] **средство измерений** – это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Средства измерений (СИ), используемые в различных областях науки и техники, чрезвычайно разнообразны. Однако для этого множества можно выделить некоторые общие признаки, присущие всем СИ независимо от области применения. Эти признаки положены в основу различных классификаций СИ, некоторые из них приведены далее.

Классификация средств измерений

По техническому назначению:

Мера физической величины – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью;

Различают следующие разновидности мер:

- однозначная мера – мера, воспроизводящая физическую величину одного размера (например, гиря 1 кг, конденсатор постоянной емкости);
- многозначная мера – мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров (например, штриховая мера длины, конденсатор переменной емкости);
- набор мер – комплект мер разного размера одной и той же физической величины, предназначенных для применения на практике как в отдельности, так и в различных сочетаниях (например, набор концевых мер длины);
- магазин мер – набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях (например, магазин электрических сопротивлений).

Измерительный прибор – средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Измерительный прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и его индикации в форме, наиболее доступной для восприятия. Во многих случаях устройство для индикации имеет шкалу со стрелкой или другим устройством, диаграмму с пером или цифровое табло, благодаря которым может быть произведен отсчет или регистрация значений физической величины.

В зависимости от вида выходной величины различают **аналоговые и цифровые измерительные приборы**.

- **аналоговый измерительный прибор** – это измерительный прибор, показания (или выходной сигнал) которого являются непрерывной функцией измеряемой величины (например, стрелочный вольтметр, стеклянный ртутный термометр).

- **цифровой измерительный прибор** – это измерительный прибор, показания которого представлены в цифровой форме.

В цифровом приборе происходит преобразование входного аналогового сигнала измерительной информации в цифровой код, и результат измерения отражается на цифровом табло.

По форме представления выходной величины (по способу индикации значений измеряемой величины) измерительные приборы разделяют на **показывающие и регистрирующие измерительные приборы**.

- **показывающий измерительный прибор** – измерительный прибор, допускающий только отсчитывание показаний значений измеряемой величины (микрометр, аналоговый или цифровой вольтметр).

- **регистрирующий измерительный прибор** – измерительный прибор, в котором предусмотрена регистрация показаний. Регистрация значений измеряемой величины может осуществляться в аналоговой или цифровой форме, в виде диаграммы, путем печатания на бумажной или магнитной ленте (термограф или, например, измерительный прибор, сопряженный с компьютером, дисплеем и устройством для печатания показаний).

По действию измерительные приборы разделяют на интегрирующие и суммирующие. Различают также приборы прямого действия и приборы сравнения

Измерительный преобразователь – техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Полученные в результате преобразования величина

или измерительный сигнал, не доступны для непосредственного восприятия наблюдателем, они определяются через коэффициент преобразования.

Измерительный преобразователь или входит в состав какого-либо измерительного прибора (измерительной установки, измерительной системы), или же применяется вместе с каким-либо средством измерений.

По характеру преобразования различают аналоговые, цифроаналоговые, аналого-цифровые преобразователи. По месту в измерительной цепи различают первичные и промежуточные преобразователи. Выделяют также масштабные и передающие преобразователи.

Примеры: термопара в термоэлектрическом термометре, измерительный трансформатор тока, электропневматический преобразователь.

Измерительная установка – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте.

Измерительную установку, применяемую для поверки, называют поверочной установкой. Измерительную установку, входящую в состав эталона, называют эталонной установкой. Некоторые большие измерительные установки называют измерительными машинами, предназначенными для точных измерений физических величин, характеризующих изделие.

Примеры: установка для измерений удельного сопротивления электротехнических материалов, установка для испытаний магнитных материалов.

Измерительная система – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях.

В зависимости от назначения измерительные системы разделяют на измерительные информационные, измерительные контролирующие, измерительные управляющие системы и др.

Измерительную систему, перестраиваемую в зависимости от изменения измерительной задачи, называют гибкой измерительной системой (ГИС).

Примеры: измерительная система теплоэлектростанции, позволяющая получать измерительную информацию о ряде физических величин в разных энергоблоках. Она может содержать сотни измерительных каналов; радионавигационная система для определения местоположения различных объектов, состоящая из ряда измерительно-вычислительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительное расстояние друг от друга.

Измерительно-вычислительный комплекс – функционально объединенная совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения в составе измерительной системы конкретной измерительной задачи.

Компаратор – средство сравнения, предназначенное для сличения мер однородных величин (рычажные весы, компаратор для сличения нормальных элементов).

По метрологическому назначению все СИ подразделяются на эталоны, рабочие эталоны и рабочие СИ.

Эталон единицы физической величины (эталон) – средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяются природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений.

Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками – неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.

Рабочий эталон – эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений.

При необходимости рабочие эталоны подразделяют на разряды (1-й, 2-й, ..., n -й). В этом случае передачу размера единицы осуществляют через цепочку соподчиненных по разрядам рабочих эталонов. При этом от последнего рабочего эталона в этой цепочке размер единицы передают рабочему средству измерений.

Рабочее средство измерений – средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

По значимости измеряемой физической величины все СИ подразделяются на основные и вспомогательные средства измерений.

Основные средства измерений – СИ той физической величины, значение которой необходимо получить в соответствии с измерительной задачей.

Вспомогательные средства измерений – СИ той физической величины, влияние которой на основное средство измерений или объект измерений необходимо учитывать для получения результатов измерений требуемой точности (термометр для измерения температуры газа в процессе измерений объемного расхода этого газа).

Классификация СИ *по техническому назначению* является основной и представлена на рис. 1.1.



Рис. 1.1

Метрологическая характеристика средства измерений (МХ СИ): Характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

Для каждого типа средств измерений устанавливают свои метрологические характеристики. Метрологические характеристики, устанавливаемые нормативно-техническими документами, называют **нормируемыми метрологическими характеристиками**, а определяемые экспериментально – **действительными метрологическими характеристиками**.

Номенклатура метрологических характеристик и способы их нормирования установлены ГОСТ 8.009 [2].

Все метрологические характеристики СИ можно разделить на две группы:

- характеристики, влияющие на результат измерений (определяющие область применения СИ);
- характеристики, влияющие на точность (качество) измерения.

К основным метрологическим характеристикам, влияющим на результат измерений, относятся:

- диапазон измерений измерительных приборов;

- значение однозначной или многозначной меры;
- функция преобразования измерительного преобразователя;
- цена деления шкалы измерительного прибора или многозначной меры;
- вид выходного кода, число разрядов кода, цена единицы наименьшего разряда кода средств измерений, предназначенных для выдачи результатов в цифровом коде.

Диапазон измерений средства измерений (диапазон измерений) – область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений (для преобразователей – это диапазон преобразования).

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно **нижним пределом измерений** или **верхним пределом измерений**. Для мер – пределы воспроизведения величин.

Однозначные меры имеют номинальное и действительное значение воспроизводимой величины.

Номинальное значение меры – значение величины, приписанное мере или партии мер при изготовлении.

Пример: резисторы с номинальным значением 1 Ом, гиря с номинальным значением 1 кг. Нередко номинальное значение указывают на мере.

Действительное значение меры – значение величины, приписанное мере на основании ее калибровки или поверки.

Пример: в состав государственного эталона единицы массы входит платиноиридиевая гиря с номинальным значением массы 1 кг, тогда как действительное значение ее массы составляет 1,000000087 кг, полученное в результате сличений с международным эталоном килограмма, хранящимся в Международном Бюро Мер и Весов (МБМВ) (в данном случае это калибровка).

Диапазон показаний средства измерений (диапазон показаний) – область значений шкалы прибора, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы.

Диапазон измерений средства измерений (диапазон измерений) – область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений.

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно нижним пределом измерений или верхним пределом измерений.

Цена деления шкалы (цена деления) – разность значения величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений.

К метрологическим характеристикам, определяющим точность измерения, относится погрешность средства измерений и класс точности СИ.

Погрешность средства измерений – разность между показанием средства измерений (x) и истинным (действительным) значением (x_d) измеряемой физической величины.

$$\Delta x = x - x_d. \quad (1.1)$$

В качестве x_d выступает либо номинальное значение (например, меры), либо значение величины, измеренной более точным (не менее чем на порядок, т. е. в 10 раз) СИ. Чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.

Погрешности СИ могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- по отношению к условиям измерения – основные, дополнительные;
- по способу выражения (по способу нормирования МХ) – абсолютные, относительные, приведенные.

Основная погрешность средства измерений (основная погрешность) – погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях.

Как правило, нормальными условиями эксплуатации являются:

- температура (293 ± 5) К или (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) % при 20 °С;
- напряжение в сети $220 \text{ В} \pm 10$ % с частотой $50 \text{ Гц} \pm 1$ %;
- атмосферное давление от 97,4 до 104 кПа.

Дополнительная погрешность средства измерений (дополнительная погрешность) – составляющая погрешности средства измерения, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

При нормировании характеристик погрешностей средств измерений устанавливают пределы допускаемых погрешностей (положительный и отрицательный).

Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей выражаются в форме абсолютных, приведенных или относительных погрешностей в зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений. Пределы допускаемой дополнительной погрешности можно выражать в форме, отличной от формы выражения пределов допускаемой основной погрешности.

Абсолютная погрешность средства измерений (абсолютная погрешность) – погрешность средства измерений Δx , выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Абсолютная погрешность определяется по формуле (1.1).

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности могут быть заданы в виде:

$$\Delta = \pm a \quad (1.2)$$

или

$$\Delta = \pm(a + bx), \quad (1.3)$$

где Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; x – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; a, b – положительные числа, не зависящие от x .

Приведенная погрешность средства измерения (приведенная погрешность) – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины (нормирующему значению), постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Приведенная погрешность средства измерений определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} \cdot 100 \%, \quad (1.4)$$

где γ – пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %; Δ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, устанавливаемые по формуле (1.2); x_N – нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ .

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности следует устанавливать в виде:

$$\gamma = \pm p, \quad (1.5)$$

где p – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда $1 \cdot 10^n$; $1,5 \cdot 10^n$; $(1,6 \cdot 10^n)$; $2 \cdot 10^n$; $2,5 \cdot 10^n$; $(3 \cdot 10^n)$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$; $6 \cdot 10^n$ ($n = 1, 0, -1, -2$ и т. д.).

Нормирующее значение x_N принимается равным:

- конечному значению рабочей части шкалы (x_k), если нулевая отметка находится на краю или вне рабочей части шкалы (равномерной или степенной);
- сумме конечных значений шкалы (без учета знака), если нулевая отметка – внутри шкалы;
- модулю разности пределов измерений для СИ, шкала которых имеет условный нуль;
- длине шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений, если она существенно неравномерна. В этом случае абсолютную погрешность, как и длину шкалы, надо выражать в миллиметрах.

Относительная погрешность средства измерений (относительная погрешность) – погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Относительная погрешность средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100 \%, \quad (1.6)$$

где δ – пределы допускаемой относительной основной погрешности, %; Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; x – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале.

Если $\Delta = \pm bx$, то пределы допускаемой относительной основной погрешности устанавливаются в виде:

$$\delta = \pm q, \quad (1.7)$$

где q – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда, приведенного выше; или если $\Delta = \pm(a + bx)$, то в виде:

$$\delta = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{x_k}{x} \right| - 1 \right) \right], \quad (1.8)$$

где x_k – больший (по модулю) из пределов измерений; c, d – положительные числа, выбираемые из ряда, приведенного выше.

В обоснованных случаях пределы допускаемой относительной основной погрешности определяют по более сложным формулам либо в виде графика или таблицы.

Характеристики, введенные ГОСТ 8.009, наиболее полно описывают метрологические свойства СИ. Однако в настоящее время в эксплуатации находится достаточно большое количество СИ, метрологические характеристики которых нормированы несколько по-другому, а именно на основе классов точности.

Класс точности средств измерений (класс точности) – обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Класс точности дает возможность судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений этого класса. Это важно при выборе средств измерений в зависимости от заданной точности измерений.

Обозначение классов точности СИ присваивают в соответствии с ГОСТ 8.401 [3].

Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на средствах измерений приведены в приложении Б.

Обозначение класса точности наносят на циферблаты, щитки и корпуса СИ, приводят в нормативной документации на СИ.

Номенклатура нормируемых метрологических характеристик СИ определяется назначением, условиями эксплуатации и многими другими факторами. Нормы на основные метрологические характеристики приводятся в стандартах, в технических условиях (ТУ) и эксплуатационной документации на СИ.

1.2. Цель работы

- ознакомление с технической документацией на СИ и определение по ней основных классификационных признаков и нормируемых метрологических характеристик применяемых средств измерений;
- приобретение навыков определения основных классификационных признаков, применяемых средств измерений и их нормируемых метрологических характеристик непосредственно по средствам измерений;
- закрепление теоретических знаний по разделу «Классификация средств измерений» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

1.3. Используемое оборудование и приборы

- 1) осциллограф;
- 2) вольтметр цифровой;
- 3) вольтметр аналоговый;
- 4) генератор;
- 5) усилитель;
- 6) источник питания;
- 7) элемент нормальный термостатированный;
- 8) источник калиброванных напряжений программируемый.

1.4. Программа работы

1.4.1. Определить классификационные признаки, указанные в табл. 1.2 из числа находящихся на рабочем месте средств измерений (СИ).

1.4.2. Ознакомиться с технической документацией на СИ (руководство по эксплуатации, техническое описание с инструкцией по эксплуатации или паспорт).

1.4.3. Определить нормированные метрологические характеристики СИ непосредственно по средствам измерений и по технической документации на них и заполнить на каждое средство измерений табл. 1.2.

1.4.4. Составить отчет о проделанной работе (пример оформления титульного листа см. в приложении А).

Таблица 1.2

Классификационные признаки	Средство измерения (указать тип СИ)
По видам (по техническому назначению)	
По виду выходной величины	
По форме представления информации (только для измерительных приборов)	
По назначению	
По метрологическому назначению	
Нормированные метрологические характеристики	

1.5. Контрольные вопросы

1. Назовите виды средств измерений.
2. По каким классификационным признакам подразделяются СИ.
3. Охарактеризовать каждый вид СИ.
4. На какие группы подразделяются метрологические характеристики СИ.
5. Что такое метрологические характеристики?
6. Что такое нормируемые и действительные метрологические характеристики и чем они отличаются от метрологических характеристик?
7. Назовите метрологические характеристики, определяющие:
 - область применения СИ;
 - качество измерения.
8. Назовите виды погрешностей.
9. Какая характеристика определяет точность СИ?
10. Какую функцию выполняют эталоны?
11. В чем различие в назначении рабочих СИ и рабочих эталонов?

1.6. Литература

1. РМГ 29–99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. Рекомендации по межгосударственной стандартизации.
2. ГОСТ 8.009–84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
3. ГОСТ 8.401–80. ГСИ. Классы точности средств измерений.
4. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2013.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 КОСВЕННЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

2.1. Основные понятия и определения [1]

Измерением называют совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Измерения являются основным источником информации о соответствии продукции требованиям нормативной документации. Только достоверность и точность измерительной информации обеспечивают правильность принятия решений о качестве продукции, на всех уровнях производства при испытаниях изделий, в научных экспериментах и т. д.

Измерения классифицируются:

а) по числу наблюдений:

- **однократное измерение** – измерение, выполняемое один раз. Недостатком этих измерений является возможность грубой ошибки – промаха;

- **многократное измерение** – измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т. е. состоящее из ряда однократных измерений.

Обычно их число $n \geq 3$. Многократные измерения проводят с целью уменьшения влияния случайных факторов на результат измерений;

б) по характеру точности (по условиям измерения):

- **равноточные измерения** – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности СИ в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью;

- **неравноточные измерения** – ряд измерений какой-либо величины, выполненных несколькими различающимися по точности СИ и (или) в разных условиях;

в) по выражению результата измерения:

- **абсолютное измерение** – измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант (например, измерение силы $F = m \cdot g$ основано на измерении основной величины – массы m и использовании физической постоянной – ускорения свободного падения g (в точке измерения массы));

- **относительное измерение** – измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изме-

нения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную;

г) по способу получения результата измерения:

- **прямое измерение** – это измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно (например, измерение массы на весах, измерение длины детали микрометром);

- **косвенное измерение** – это определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной;

- **совокупные измерения** – это проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях (например, значение массы отдельных гирь набора определяют по известному значению массы одной из гирь и по результатам измерений (сравнений) масс различных сочетаний гирь);

- **совместные измерения** – это проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними;

д) по характеру изменения измеряемой физической величины:

- **статическое измерение** – измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения. Они проводятся при практическом постоянстве измеряемой величины;

- **динамическое измерение** – измерение изменяющейся по размеру физической величины;

е) по метрологическому назначению используемых средств измерений:

- **технические измерения** – измерения с помощью рабочих средств измерений;

- **метрологические измерения** – измерения при помощи эталонных средств измерений с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера рабочим средствам измерений.

Результаты измерений представляют собой приближенные оценки значений величин, найденные путем измерений, так как даже самые точные приборы не могут показать действительного значения измеряемой величины. Обязательно существует погрешность измерений, причинами которой могут быть различные факторы. Они зависят от метода измерения, от технических средств, с помощью которых проводятся измерения, и от восприятия наблюдателя, осуществляющего измерения.

Точность результата измерений – это одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения. Чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

Погрешность измерения Δx – отклонение результата измерения x от истинного или действительного значения (x_i или x_d) измеряемой величины:

$$\Delta x = x - x_{i(d)}. \quad (2.1)$$

Истинное значение физической величины – значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

Оно не зависит от средств нашего познания и является абсолютной истиной. Оно может быть получено только в результате бесконечного процесса измерений с бесконечным совершенствованием методов и средств измерений.

Действительное значение физической величины – значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Погрешности измерения также могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- а) по способу числового выражения;
- б) по характеру проявления;
- в) по виду источника возникновения (причин возникновения).

По способу числового выражения погрешность измерения может быть:

Абсолютная погрешность измерения (Δx) представляет собой разность между измеренной величиной и действительным значением этой величины, т. е.

$$\Delta x = x - x_d. \quad (2.2)$$

Относительная погрешность измерения (δ) представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может выражаться в относительных единицах (в долях) или в процентах:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x} \quad \text{или} \quad \delta = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%. \quad (2.3)$$

Относительная погрешность показывает точность проведенного измерения.

В зависимости от характера проявления различают систематическую (Δ_c) и случайную ($\overset{0}{\Delta}$) составляющие погрешности измерений, а также грубые погрешности (промахи).

Систематическая погрешность измерения (Δ_c) – это составляющая погрешности результата измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Случайная погрешность измерения ($\overset{0}{\Delta}$) – составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Грубые погрешности (промахи) возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений (например, внезапное падение напряжения в сети электропитания).

В зависимости от вида источника возникновения погрешности рассматриваются следующие составляющие общей погрешности измерений:

Погрешности метода – это погрешности, обусловленные несовершенством метода измерений, приемами использования средств измерения, некорректностью расчетных формул и округления результатов, проистекающие от ошибочности или недостаточной разработки принятой теории метода измерений в целом или от допущенных упрощений при проведении измерений.

Инструментальные составляющие погрешности – это погрешности, зависящие от погрешностей применяемых средств измерений.

Исследование инструментальных погрешностей является предметом специальной дисциплины – теории точности измерительных устройств.

Субъективные составляющие погрешности – это погрешности, обусловленные индивидуальными особенностями наблюдателя. Такого рода погрешности вызываются, например, запаздыванием или опережением при регистрации сигнала, неправильным отсчетом десятых долей деления шкалы, асимметрией, возникающей при установке штриха по середине между двумя рисками и т. д.

2.2. Приближенное оценивание погрешности

Однократные измерения. Подавляющее большинство технических измерений являются однократными. Выполнение однократных измерений обосновывают следующими факторами [2]:

- производственной необходимостью (разрушение образца, невозможность повторения измерения, экономическая целесообразность и т. д.);

- возможностью пренебрежения случайными погрешностями;
- случайные погрешности существенны, но доверительная граница погрешности результата измерения не превышает допускаемой погрешности измерений.

За результат однократного измерения принимают единственное значение отсчета показания прибора. Будучи по сути дела случайным, однократный отсчет x включает в себя инструментальную, методическую и личную составляющие погрешности измерения, в каждой из которых могут быть выделены систематические и случайные составляющие погрешности.

Составляющими погрешности результата однократного измерения являются погрешности СИ, метода, оператора, а также погрешности, обусловленные изменением условий измерения.

Погрешность результата однократного измерения чаще всего представлена систематическими и случайными погрешностями.

Погрешность СИ определяют на основании их метрологических характеристик, которые должны быть указаны в нормативных и технических документах, и в соответствии с РД 50-453.

Погрешности метода и оператора должны быть определены при разработке и аттестации конкретной МВИ. Личные погрешности при однократных измерениях обычно предполагаются малыми и не учитываются.

Косвенные измерения. При косвенных измерениях искомое значение величины находят расчетом на основе прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной известной зависимостью

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2.4)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – подлежащие прямым измерениям аргументы функции y .

Результатом косвенного измерения является оценка величины y , которую находят подстановкой в формулу (4) измеренных значений аргументов x_i .

Поскольку каждый из аргументов x_i измеряется с некоторой погрешностью, то задача оценивания погрешности результата сводится к суммированию погрешностей измерения аргументов. Однако особенность косвенных измерений состоит в том, что вклад отдельных погрешностей измерения аргументов в погрешность результата зависит от вида функции (4).

Для оценки погрешностей существенным является разделение косвенных измерений на линейные и нелинейные косвенные измерения.

При линейных косвенных измерениях уравнение измерений имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i, \quad (2.5)$$

где b_i – постоянные коэффициенты при аргументах x_i .

Результат линейного косвенного измерения вычисляют по формуле (2.5), подставляя в нее измеренные значения аргументов.

Погрешности измерения аргументов x_i могут быть заданы своими границами Δx_i .

При малом числе аргументов (меньше пяти) простая оценка погрешности результата Δy получается простым суммированием предельных погрешностей (без учета знака), т. е. подстановкой границ $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ в выражение:

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n. \quad (2.6)$$

Однако эта оценка является излишне завышенной, поскольку такое суммирование фактически означает, что погрешности измерения всех аргументов одновременно имеют максимальное значение и совпадают по знаку. Вероятность такого совпадения практически равна нулю. Для нахождения более реалистичной оценки переходят к статическому суммированию погрешности аргументов по формуле:

$$\Delta y = k \sqrt{\sum_{i=1}^n b_i^2 \cdot x_i^2}, \quad (2.7)$$

где k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью (при $P = 0,9$ при $k = 1,0$; $P = 0,95$ при $k = 1,1$; $P = 0,99$ при $k = 1,4$).

Нелинейные косвенные измерения – любые другие функциональные зависимости, отличные от (2.5).

При сложной функции (2.4) и, в особенности, если это функция нескольких аргументов, определение закона распределения погрешности результата связано со значительными математическими трудностями. Поэтому в основе приближенного оценивания погрешности нелинейных косвенных измерений лежит линеаризация функции (2.4) и дальнейшая обработка результатов, как при линейных измерениях.

Запишем выражение для полного дифференциала функции y через частные производные по аргументам x_i :

$$dy = \frac{\partial y}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} dx_n. \quad (2.8)$$

По определению полный дифференциал функции – это приращение функции, вызванное малыми приращениями ее аргументов.

Учитывая, что погрешности измерения аргументов всегда являются малыми величинами по сравнению с номинальными значениями аргументов, можно заменить в формуле (2.8) дифференциалы аргументов dx_n на погрешность измерений Δx_n , а дифференциал функции dy на погрешность результата измерения Δy :

$$\Delta y = \frac{\partial y}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} \Delta x_n. \quad (2.9)$$

Если проанализировать формулу (2.9), то можно получить простое правило оценивания погрешности результата нелинейного косвенного измерения [3].

Погрешности в произведениях и частных. Если измеренные значения x_1, x_2, \dots, x_n используются для вычисления $y = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$ или $y = \frac{x_1}{x_2}$, то суммируются относительные погрешности $\partial y = \partial x_1 + \partial x_2 + \dots + \partial x_n$, где $\partial y = \frac{\Delta y}{y}$.

2.3. Погрешность записи (округления) числа

Погрешность записи (округления) числа определяется как отношение половины единицы младшего разряда числа к значению числа.

Например, для нормального ускорения падающих тел $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, единица младшего разряда равна 0,01, следовательно, погрешность записи числа 9,81 будет равна

$$\delta = \frac{0,01}{2 \cdot 9,81} = 5,1 \cdot 10^{-4} = 0,05 \text{ \%}.$$

2.4. Цель работы

- освоение методов проведения однократных прямых и косвенных измерений;
- усвоение правил обработки, представления (записи) и интерпретации результатов проведенных измерений;
- приобретение практических навыков применения различных по точности средств измерений, а также анализа и сопоставления точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений;
- выявление возможных источников и причин методических погрешностей;

- закрепление теоретического материала по разделу «Метрология» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

2.5. Используемое оборудование

- штангенциркуль (далее ШЦ);
- микрометр;
- линейка.

При записи используемых средств измерений указать их нормируемые метрологические характеристики, используя средства измерений.

2.6. Программа работы

2.6.1. Произвести однократные измерения диаметра и высоты цилиндра средствами измерений различной точности: штангенциркулем, микрометром и линейкой. Результаты измерений записать в табл. 2.1.

В качестве цилиндра 1 выбрать цилиндр меньшей высоты.

Результаты прямых измерений диаметра и высоты цилиндров записать в таблицу с той точностью, с какой позволяет измерить средство измерений.

Таблица 2.1

Результаты измерений

Измеряемый параметр	Цилиндр 1 (маленький)		Цилиндр 2 (большой)	
	микрометр	ШЦ	ШЦ	линейка
Диаметр d , мм				
Высота h , мм				
Объем V , мм ³				
Отн.погреш. δ_V				
Абс. погреш. ΔV , мм ³				

2.6.2. Определить объем цилиндра, используя соотношение:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}, \text{ мм}^3, \quad (2.10)$$

где $\pi = 3,14$ – числовой коэффициент; d – диаметр цилиндра, мм; h – высота цилиндра, мм.

2.6.3. Определить относительную погрешность измерений, выраженную в относительных единицах

$$\delta_V = \frac{\Delta V}{V}. \quad (2.11)$$

Для определения относительной погрешности измерений δ_V необходимо формулу (2.11) преобразовать в удобную для расчета, используя формулу (2.9) (см. п. 2.2).

В полученной формуле Δd , Δh – погрешности средств измерений, используемых при измерениях.

При косвенных измерениях физических величин очень часто используются табличные данные или иррациональные константы. В силу этого используемое при расчетах значение константы, округленное до некоторого знака, является приближенным числом, вносящим свою долю в погрешность измерений. Эта доля погрешности определяется как погрешность записи (округления) константы (см. п. 2.3).

2.6.4. Определить погрешность вычисления объема по формуле

$$\Delta V = \delta_V \cdot V, \text{ мм}^3. \quad (2.12)$$

2.6.5. Округлить погрешности измерений и записать результат измерений объемов цилиндров

$$V = (V \pm \Delta V) \text{ мм}^3. \quad (2.13)$$

Для того чтобы записать окончательный результат косвенных измерений, необходимо произвести округление погрешности измерений ΔV в соответствии с МИ 1317 [4], согласовать числовые значения результата и погрешности измерений (см. п. 2.4).

2.6.6. Изобразить на рисунках области, в которых находятся результаты измерений объемов, полученные разными средствами измерений для каждого из цилиндров. Пример приведен на рисунке 2.1.

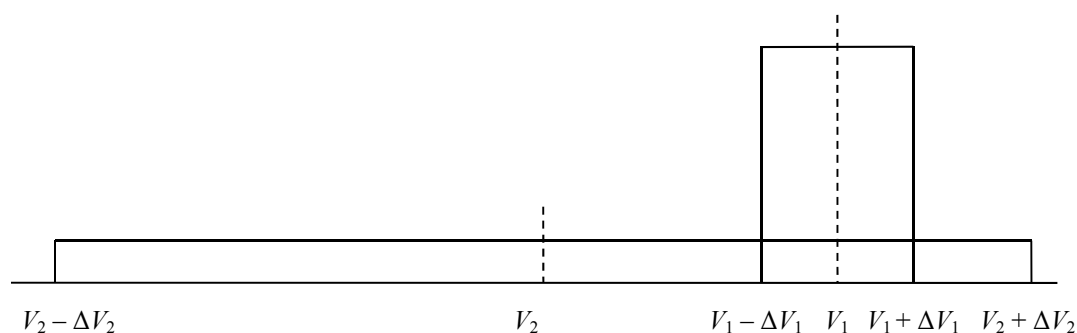


Рис. 2.1. Области результатов измерений объема цилиндра

Первая точка (например, V_2) проставляется произвольно, ей присваивается значение объема цилиндра, погрешность измерения которого больше. Затем необходимо выбрать масштаб и проставить все остальные точки. На рисунке показана погрешность метода.

2.6.7 Оформить отчет и сделать вывод (пример оформления титульного листа см. в приложении А).

В выводе оценить полученные результаты измерений, выявить возможные источники и причины методических погрешностей.

2.7. Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды измерений.
2. По каким признакам классифицируются погрешности измерения?
3. Назовите и охарактеризуйте основные виды погрешностей измерений.
4. Как определить погрешность записи числа?
5. Как определить погрешность результата косвенного измерения?

2.8. Используемая литература

1. РМГ 29–99 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
2. Р 50.2.038–2004 Рекомендации по метрологии. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений. – М., Издательство стандартов, 2004.
3. Борисов Ю.И., Сигов А.С., Нефедов В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012.
4. МИ 1317–2004 Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы предоставления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Введение

Необходимость выполнения прямых многократных измерений устанавливаются в конкретных методиках измерений.

При статистической обработке группы результатов прямых многократных независимых измерений выполняют следующие операции:

- исключают известные систематические погрешности из результатов измерений;
- вычисляют оценку измеряемой величины;
- вычисляют среднее квадратическое отклонение результатов измерений;
- проверяют наличие грубых погрешностей и при необходимости исключают их;
- проверяют гипотезу о принадлежности результатов измерений нормальному распределению;
- вычисляют доверительные границы случайной погрешности (доверительную случайную погрешность) оценки измеряемой величины;
- вычисляют доверительные границы (границы) неисключенной систематической погрешности оценки измеряемой величины;
- вычисляют доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины.

Проверку гипотезы о том, что результаты измерений принадлежат нормальному распределению, проводят с уровнем значимости q от 10 % до 2 %. Конкретные значения уровней значимости должны быть указаны в конкретной методике измерений.

Для определения доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины доверительную вероятность P принимают равной 0,95.

3.2. Основные понятия и определения

В зависимости от характера проявления различают **систематическую** (Δ_c) и **случайную** ($\overset{0}{\Delta}$) составляющие погрешности измерений, а также **грубые погрешности (промахи)**.

Грубые погрешности (промахи) возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений, например внезапное падение напряжения в сети электропитания. К ним тесно примыкают промахи – погрешности, зависящие от

наблюдателя и связанные с неправильным обращением со средствами измерений.

Систематическая погрешность измерения (систематическая погрешность Δ_c) – это составляющая погрешности результата измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Считается, что систематические погрешности могут быть обнаружены и исключены. Однако в реальных условиях полностью исключить систематическую составляющую погрешности измерения невозможно. Всегда остаются какие-то факторы, которые нужно учитывать, и которые будут составлять неисключенную систематическую погрешность.

Неисключенная систематическая погрешность (НСП) – составляющая погрешности результата измерений, обусловленная погрешностями вычисления и введения поправок на влияние систематических погрешностей или систематической погрешностью, поправка на действие которой не введена вследствие ее малости.

Неисключенная систематическая погрешность характеризуется ее границами.

Границы неисключенной систематической погрешности Θ при числе слагаемых $N \leq 3$ вычисляют по формуле:

$$\Theta = \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i|, \quad (3.1)$$

где Θ_i – граница i -й составляющей неисключенной систематической погрешности.

При числе неисключенных систематических погрешностей $N \geq 4$ вычисление проводят по формуле

$$\Theta = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2}, \quad (3.2)$$

где k – коэффициент зависимости отдельных неисключенных систематических погрешностей от выбранной доверительной вероятности P при их равномерном распределении (при $P = 0,95$, $k = 1,1$; при $P = 0,99$, $k = 1,4$). Здесь Θ рассматривается как доверительная квазислучайная погрешность.

Случайная погрешность измерения ($\overset{0}{\Delta}$) – составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Для уменьшения случайной составляющей погрешности проводят многократные измерения.

Случайная погрешность оценивается доверительным интервалом

$$\overset{\circ}{\Delta} = \pm t_p \cdot S_{\bar{x}}, \quad (3.3)$$

где t_p – коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной вероятности P_d и объема выборки n (число измерений).

Доверительные границы погрешности результата измерения – границы интервала, внутри которого с заданной вероятностью находится искомое (истинное) значение погрешности результата измерений.

Выборка – ряд из x результатов измерений $\{x_i\}$, $i = 1, \dots, n$ ($n > 20$), из которых исключены известные систематические погрешности. Объем выборки определяется требованиями точности измерений и возможностью производить повторные измерения.

Вариационный ряд – выборка, упорядоченная по возрастанию.

Гистограмма – зависимость относительных частот попадания результатов измерения в интервалы группирования от их значений, представленная в графическом виде.

Оценка закона распределения – оценка соответствия экспериментального закона распределения теоретическому распределению. Проводится с помощью специальных статистических критериев. При $n < 15$ не проводится.

Точечные оценки закона распределения – оценки закона распределения, полученные в виде одного числа, например оценка дисперсии результатов измерений или оценка математического ожидания и т. д.

Средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений в ряду измерений (средняя квадратическая погрешность результата измерений) – оценка S_x рассеяния единичных результатов измерений в ряду равноточных измерений одной и той же физической величины около среднего их значения, вычисляемая по формуле:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (3.4)$$

где x_i – результат i -го единичного измерения; \bar{x} – среднее арифметическое значение измеряемой величины из n единичных результатов.

Примечание. На практике широко распространен термин **среднее квадратическое отклонение – (СКО)**. Под отклонением в соответствии с приведенной выше формулой понимают отклонение единичных результатов в ряду измерений от их среднего арифметического значения. В метрологии это отклонение называется погрешностью измерений.

Средняя квадратическая погрешность результата измерений среднего арифметического – оценка $S_{\bar{x}}$ случайной погрешности среднего арифметического значения результата измерений одной и той же величины в данном ряду измерений, вычисляемая по формуле

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad (3.5)$$

где S_x – средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений, полученная из ряда равноточных измерений; n – число единичных измерений в ряду.

3.3. Исключение грубых погрешностей

Для исключения грубых погрешностей используют статистический критерий Граббса, который основан на предположении о том, что группа результатов измерений принадлежит нормальному распределению. Для этого вычисляют критерии Граббса G_1 и G_2 , предполагая, что наибольший x_{\max} или наименьший x_{\min} результат измерений вызван грубыми погрешностями:

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{S_x}, \quad G_2 = \frac{|\bar{x} - x_{\min}|}{S_x}. \quad (3.6)$$

Сравнивают G_1 и G_2 с теоретическим значением G_T критерия Граббса при выбранном уровне значимости q . Таблица критических значений критерия Граббса приведена в приложении В.

Если $G_1 > G_T$, то x_{\max} исключают как маловероятное значение. Если $G_2 > G_T$, то x_{\min} исключают как маловероятное значение. Далее вновь вычисляют среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонения ряда результатов измерений и процедуру проверки наличия грубых погрешностей повторяют.

Если $G_1 \leq G_T$, то x_{\max} не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений. Если $G_2 \leq G_T$, то x_{\min} не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений.

3.4. Доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины

Доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины находят путем построения композиции распределений случайных погрешностей и НСП, рассматриваемых как случайные величины. Границы погрешности оценки измеряемой величины Δ (без учета знака) вычисляют по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (3.7)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП.

Суммарное среднее квадратическое отклонение S_{Σ} оценки измеряемой величины вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (3.8)$$

где S_{Θ} – среднее квадратическое отклонение НСП, которое оценивают в зависимости от способа вычисления НСП по формуле

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (3.9)$$

где Θ_{Σ} – границы НСП, которые определяют по одной из формул (3.1), или

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}(P)}{k\sqrt{3}}, \quad (3.10)$$

где $\Theta_{\Sigma}(P)$ – доверительные границы НСП, которые определяют по одной из формул (3.2); k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью P , числом составляющих НСП и их соотношением между собой.

Коэффициент K для подстановки в формулу (3.7) в зависимости от числа НСП определяют по эмпирическим формулам соответственно

$$K = \frac{\overset{\circ}{\Delta} + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \quad K = \frac{\overset{\circ}{\Delta} + \Theta_{\Sigma}(P)}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}. \quad (3.11)$$

3.5. Алгоритм обработки результатов наблюдений

Обработку результатов наблюдений проводят в соответствии с ГОСТ 8.736 «ГСИ. Измерения прямые с многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

3.5.1. Определение точечных оценок закона распределения

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \quad S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}.$$

3.5.2. Построение экспериментального закона распределения результатов многократных наблюдений

а) в таблицу 3.2 записать вариационный ряд результатов многократных наблюдений x_i ;

б) определить число интервалов группирования по формуле $m \approx 3,3 \lg(n) + 1$ (для $n = 20$ $m \approx (5 - 6)$);

в) вычислить интервал группирования $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$ и разбить

вариационный ряд на интервалы;

границы первого интервала $m_1: [x_{\min}; x_{\min} + h]$;

граница второго интервала равна $m_2: (x_{\min} + h; x_{\min} + h + h]$

и т. д.;

г) вычислить относительные частоты

$$\bar{n}_j = \frac{n_j}{n},$$

где $j = 1, \dots, m$; n_j – число значений x из вариационного ряда, попавших в j -й интервал группирования;

д) построить гистограмму, пример представлен на рис. 3.1.

Гистограмма

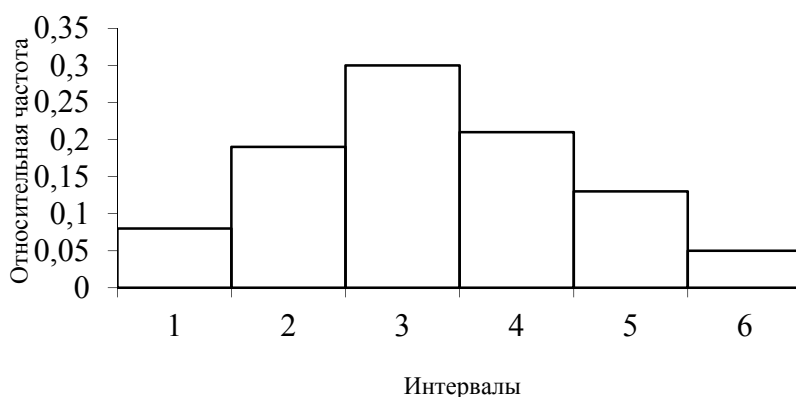


Рис. 3.1

При малых $n < 15$ гистограмма позволяет оценить тип экспериментального распределения только качественно, и оценка соответствия выборочного распределения теоретическому распределению не производится. Данная в примере гистограмма позволяет предположить нормальный характер распределения результатов многократных наблюдений.

3.5.3. Определение доверительных границ случайной погрешности

а) задать доверительную вероятность из ряда $P_d = 0,9; 0,95; 0,99$;

б) определить доверительные границы случайной погрешности по формуле

$$\overset{\circ}{\Delta} = \pm t_p \cdot S_{\bar{x}},$$

где t_p – коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной вероятности P_d и объема выборки n (по табл. Г.1 приложения Г).

3.5.4. Определение границ неисключенной систематической погрешности

Неисключенная систематическая погрешность определяется погрешностью метода, субъективной погрешностью, основными погрешностями СИ (вольтметра, генератора), дополнительными погрешностями. Они определяются нестатистическими методами. Суммарные границы неисключенной систематической погрешности определяются по формуле:

$$\Theta = \begin{cases} \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2} & , \text{ при } N > 4 \\ \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i| & , \text{ при } N \leq 3 \end{cases}$$

где N – количество составляющих неисключенной систематической погрешности.

3.5.5. Определение доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины

Доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины Δ (без учета знака) вычисляют, как показано в п. 3.4.

3.5.6. Записать результат измерения в виде $x = \bar{x} \pm \Delta$ с указанием единиц измерения (правила записи результата измерений приведены в приложении Д).

3.6. Цель работы

- приобретение навыков применения средств измерений и экспериментального определения их основных классификационных признаков;
- изучение и освоение вероятностно-статистического метода обработки результатов многократных наблюдений;
- приобретение навыков математической обработки результатов прямых равноточных измерений с многократными наблюдениями в соответствии с ГОСТ 8.736 и представления результата измерений в соответствии с МИ 1317.

3.7. Используемые технические средства

- генератор электрических сигналов (ГЗ-109);
- универсальный вольтметр (В7-22А).

3.8. Программа работы

3.5.1. Заполнить для используемых средств измерений (СИ) табл. 3.1.

Таблица 3.1

Классификационные признаки средств измерений

Классификационный признак	Генератор ГЗ-109	Вольтметр В7-22А
Вид СИ		
Тип выходной величины		
Форма представления информации		
Назначение		
Метрологическое назначение		
Нормируемые метрологические характеристики СИ		

3.5.2. Собрать схему для прямого измерения напряжения переменного электрического сигнала произвольной частоты. Напряжение, задаваемое с генератора, установить в одном из пределов – 1...100 мВ; 1...10 В.

3.5.3. Произвести ряд независимых многократных наблюдений ФВ – x . Результаты записать в таблицу 3.2 (графы 1, 2) с указанием наименования ФВ и единицы измерения:

Таблица 3.2

n_i	x_i	$\Delta x = x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Вариационный ряд	n_j	\bar{n}_j
1	2	3	4	5	6	7
1	x_1	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	Δx_{\min}		
2	x_2	$x_2 - \bar{x}$	$(x_2 - \bar{x})^2$			
...		
19	x_{19}	$x_{19} - \bar{x}$	$(x_{19} - \bar{x})^2$			
20	x_{20}	$x_{20} - \bar{x}$	$(x_{20} - \bar{x})^2$	Δx_{\max}		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$		$\sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2$			

Количество независимых равноточных измерений – $n > 20$.

3.5.4. Провести обработку результатов многократных наблюдений в соответствии с методикой ГОСТ 8.736 (см. п. 3.5) и заполнить табл. 3.2.

3.5.5. Записать результат измерения ФВ с указанием пределов и доверительной вероятности с соблюдением правил округления (см. п. 2.4).

3.5.6. Оформить отчет о проделанной лабораторной работе (пример оформления титульного листа см. в приложении А). Отчет должен содержать:

- цель работы;
- перечень используемого оборудования;
- таблицу 3.1 (заполненную);
- схему эксперимента;
- результаты эксперимента (табл. 3.2 графы 1, 2);
- алгоритм обработки результатов эксперимента;
- выводы.

3.9. Контрольные вопросы

1. В чем смысл многократных измерений?
2. Цель построения гистограммы.
3. Какими погрешностями определяется систематическая составляющая погрешности измерений и какими случайная составляющая?
4. Что такое неисключенная систематическая погрешность и как ее определить?
5. Что такое доверительные границы погрешности результата измерений?
6. Как определяются доверительные границы суммарной погрешности результата измерений?

3.10. Литература

- 1 Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2013.
- 2 ГОСТ Р 8.736-2011. ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.
- 3 МИ 1317-2004. Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы предоставления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
- 4 РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Основные понятия и определения

Неопределенность (измерений) – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Стандартная неопределенность (u) – неопределенность результата измерений, выраженная в виде среднего квадратического отклонения (СКО).

Различают два типа вычисления стандартной неопределенности:

- вычисление **по типу А** – путем статистического анализа результатов многократных измерений;
- вычисление **по типу В** – с использованием других источников информации об измеряемом значении.

Суммарная стандартная неопределенность (u_c) – стандартная неопределенность результата измерений, полученного через значения других величин, равная положительному квадратному корню суммы членов, причем члены являются дисперсиями или ковариациями этих других величин, взвешенными в соответствии с тем, как результат измерений изменяется при изменении этих величин.

Расширенная неопределенность (U) – величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, в пределах которого, как можно ожидать, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли бы быть приписаны измеряемой величине.

4.2. Вычисление стандартной неопределенности u

4.2.1. Вычисление стандартной неопределенности по типу А – u_A .

Исходными данными для вычисления u_A являются результаты многократных измерений: x_{i1}, \dots, x_{in} (где $i = 1, \dots, m$; n_i – число измерений i -й входной величины).

Стандартную неопределенность единичного измерения i -й входной величины $u_{A,i}$ вычисляют по формуле

$$u_{A,i} = \sqrt{\frac{1}{n_i - 1} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}, \quad (4.1)$$

где $\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{q=1}^{n_i} x_{iq}$ – среднее арифметическое результатов измерений i -й входной величины.

Стандартную неопределенность $u_A(x_i)$ измерений i -й входной величины, при которых результат определяют как среднее арифметическое, вычисляют по формуле:

$$u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}, \quad (4.2)$$

4.2.2. Вычисление стандартной неопределенности по типу В – u_B

В качестве исходных данных для вычисления u_B используют:

- данные предшествовавших измерений величин, входящих в уравнение измерения; сведения о виде распределения вероятностей;
- данные, основанные на опыте исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих приборов и материалов;
- неопределенности констант и справочных данных;
- данные поверки, калибровки, сведения изготовителя о приборе и т. п.

Неопределенности этих данных обычно представляют в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. Наиболее распространенный способ формализации неполного знания о значении величины заключается в постулировании равномерного закона распределения возможных значений этой величины в указанных (нижней и верхней) границах $[(\Theta_{i-}, \Theta_{i+})$ для i -й входной величины]. При этом стандартную неопределенность, вычисляемую по типу В – $u_B(x_i)$, определяют по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{\Theta_{i+} - \Theta_{i-}}{2\sqrt{3}}, \quad (4.3)$$

а для симметричных границ $(\pm\Theta_i)$ – по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{\Theta_i}{\sqrt{3}}. \quad (4.4)$$

В случае других законов распределения формулы для вычисления неопределенности по типу В будут иными.

4.2.3. Вычисление суммарной стандартной неопределенности u_C

Чаще всего измерения являются косвенными, т. е. измеряемая величина y связана с измеряемыми величинами x_i посредством функциональной зависимости вида $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Поэтому в случае некор-

релированных оценок суммарную стандартную неопределенность $u_C(y)$ вычисляют по формуле:

$$u_C(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)}. \quad (4.5)$$

4.2.4. Выбор коэффициента охвата k при вычислении расширенной неопределенности

В общем случае коэффициент охвата k выбирают в соответствии с формулой

$$k = t_p(v_{eff}), \quad (4.6)$$

где $t_p(v_{eff})$ – коэффициент распределения Стьюдента с эффективным числом степеней свободы v_{eff} и доверительной вероятностью (уровнем доверия) p . Значения коэффициента $t_p(v_{eff})$ приведены в приложении Г.

Эффективное число степеней свободы определяют по формуле

$$v_{eff} = \frac{u_C^4}{\sum_{i=1}^m \frac{u^4(x_i)}{v_i} \cdot \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^4}, \quad (4.7)$$

где v_i – число степеней свободы при определении оценки i -й входной величины, при этом:

$v_i = n_i - 1$ для вычисления неопределенностей по типу А;

$v_i = \infty$ для вычисления неопределенностей по типу В.

Во многих практических случаях при вычислении неопределенностей результатов измерений делают предположение о нормальности закона распределения возможных значений измеряемой величины и полагают

$k = 2$ при $p = 0,95$ и $k = 3$ при $p = 0,99$.

При предположении о равномерности закона распределения полагают $k = 1,65$ при $p = 0,95$ и $k = 1,71$ при $p = 0,99$.

При представлении результатов измерений рекомендуется приводить достаточное количество информации для возможности проанализировать или повторить весь процесс получения результата измерений и вычисления неопределенностей измерений, а именно:

- алгоритм получения результата измерений;
- алгоритм расчета всех поправок и их неопределенностей;
- неопределенности всех используемых данных и способы их получения;
- алгоритмы вычисления суммарной и расширенной неопределенностей (включая значение коэффициента k).

4.2.5. Определение расширенной неопределенности измерений

Расширенная неопределенность рассчитывается по формуле

$$U = k \cdot u_C. \quad (4.8)$$

4.3. Цель работы

- приобретение практических навыков оценивания неопределенности прямых многократных измерений;
- освоить навыки выявления возможных источников неопределенности;
- приобретение практических навыков проведения анализа и сопоставления результатов оценивания погрешности и неопределенности измерений;
- закрепление теоретического материала модуля «Метрология» изучаемой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

4.4. Используемые технические средства

- генератор электрических сигналов (ГЗ-109);
- универсальный вольтметр (В7-22А).

4.5. Программа работы

4.5.1. Собрать схему для прямого измерения напряжения переменного электрического сигнала произвольной частоты. Напряжение, задаваемое с генератора, установить в одном из пределов – 1...100 мВ; 1...10 В.

4.5.2. Произвести ряд независимых многократных наблюдений ФВ – x . Результаты записать в табл. 4.1 (графы 1, 2) с указанием наименования ФВ и единицы измерения

Таблица 4.1

n_i	x_i	$\Delta x = x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2	3	4
1	x_1	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$
2	x_2	$x_2 - \bar{x}$	$(x_2 - \bar{x})^2$
...
19	x_{19}	$x_{19} - \bar{x}$	$(x_{19} - \bar{x})^2$
20	x_{20}	$x_{20} - \bar{x}$	$(x_{20} - \bar{x})^2$
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$		$\sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2$

Количество независимых равнозначных измерений – $n > 20$.

4.5.3. Выявить возможные источники неопределенности.

4.5.4. Рассчитать стандартные неопределенности по типам А и В, используя формулы (6.2–6.4).

4.5.5. Рассчитать стандартную неопределенность по типу С, используя формулу (6.5).

4.5.6. Определить коэффициент охвата по (6.6). Обосновать его выбор.

4.5.7. Оценить расширенную неопределенность по (при доверительной вероятности $p = 0,95$). Заполнить таблицу 6.2.

4.5.8. Записать результат измерений в соответствии с правилами округления (правила округления приведены в приложении Д).

$$X = (\bar{X} \pm U), \text{ В} \quad (4.9)$$

4.5.9. Составить бюджет неопределенности в виде табл. 4.2.

Таблица 4.2

Источник неопределенности	Тип	Распределение	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность, В
Случайные эффекты при измерении	А			
Неточность генератора ГЗ-109	В			
Неточность вольтметра В7-22А	В			
Неточность считывания показаний прибора	В			
Суммарная стандартная неопределенность	С			
Расширенная неопределенность				

4.5.9. Используя оценки погрешности, полученные в лабораторной работе № 3 («Обработка результатов прямых многократных измерений»), и оценки неопределенностей измерения переменного напряжения, полученные в данной работе, заполнить табл. 4.3.

Таблица 4.3

Результаты оценивания погрешности измерений			Результаты оценивания неопределенности измерений		
Измеренное значение	\bar{X} , В		Измеренное значение	\bar{X} , В	
Случайная составляющая погрешности	$\dot{\Delta}$, В		Неопределенность по типу А	u_A , В	
Систематическая составляющая погрешности	Θ , В		Неопределенность по типу В	u_B , В	
Доверительные границы погрешности	$\Delta_{0,95}$, В		Расширенная неопределенность	$U_{0,95}$, В	
Результат измерения	$X_{изм} = (\bar{X} \pm \Delta_{0,95})$, В		Результат измерения	$X_{изм} = (\bar{X} \pm U_{0,95})$, В	

4.5.10. Сравнить данные таблицы 4.3. Сделать выводы.

4.5.11. Оформить отчет о проделанной лабораторной работе (пример оформления титульного листа см. в приложении А).

4.6. Контрольные вопросы

1. В чем отличие понятий «погрешность результата измерения» и «неопределенности измерения».
2. Почему важно овладеть методиками оценивания как погрешности, так и неопределенности результата измерения?
3. Насколько совпадает отечественная нормативная база с Руководством и в чем заключается несовпадение?

4.7. Литература

1. ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения
2. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
3. ГОСТ Р 54500.3.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 1:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ: СОДЕРЖАНИЕ, ВИДЫ, КАТЕГОРИИ. УКАЗАТЕЛЬ «НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ» И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

5.1. Основные понятия и термины в области стандартизации

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании».

Стандартизация – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Результатом деятельности в области стандартизации является разработка нормативного документа.

Нормативный документ – Документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

К нормативным документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации:

а) в соответствии со ст. 13 ФЗ «О техническом регулировании», относятся:

- 1) национальные стандарты;
- 2) правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- 3) применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;

4) своды правил;

5) стандарты организаций;

б) в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 1.1 на территории РФ действуют:

6) технические условия.

Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать правила и методы исследований (испытаний) и измерений, правила отбора об-

разцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Стандарт, утвержденный национальным органом по стандартизации, называется **национальным стандартом** (ГОСТ Р).

Национальный орган по стандартизации в РФ – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Правила (ПР) стандартизации – нормативный документ (НД), устанавливающий обязательные для применения организационно-методические положения, которые дополняют или конкретизируют отдельные положения основополагающего национального стандарта и определяют порядок и методы выполнения работ по стандартизации. Пример обозначения правил заполнения и представления каталожных листов продукции: ПР 50-718.

Норма (Н) – положение, устанавливающее количественные или качественные критерии, которые должны быть удовлетворены.

Обозначение норм: Нормы 35-01, НРБ – 96.

Правила и нормы, разрабатываемые федеральными органами исполнительной власти, могут быть объединены в один документ, например строительные нормы и правила – СНиП, санитарные правила и нормы – СанПиН.

Рекомендации (Р) – нормативный документ, содержащий добровольные для применения организационно-методические положения, которые касаются проведения работ по стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации, которые целесообразно предварительно проверить на практике до их установления в основополагающем национальном стандарте или соответствующих правилах, например Р 50.1.44-2003 «Рекомендации по разработке технических регламентов».

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации – нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другими) и являющиеся обязательными для применения при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информацией.

Создание Общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации – главный результат работ по единой системе классификации и кодированию.

Классификация – это разделение множества объектов на классификационные группировки по сходству или различию на основе определенных признаков в соответствии с принятыми правилами.

Кодирование – это образование и присвоение по определенным правилам кодов объекту или группе объектов, позволяющих заменить несколькими знаками наименования этих объектов.

Примерами ранее разработанных и наиболее часто применяемых, объектов являются общероссийский классификатор продукции (ОКП) – ОК 005, общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов (ОК ЕСКД) – ОК 012. Разработка ОК охватывает все социально-экономические сферы деятельности, например:

- Общероссийский классификатор валют – ОК (МК (ИСО 4217) 003) 014;
- Общероссийский классификатор гидроэнергетических ресурсов – ОК 030;
- Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод – ОК 032;
- Общероссийский классификатор специальностей по образованию – ОК 009.

Свод правил (СП) – документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и (или) описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и который применяется на добровольной основе. Пример: свод правил по проектированию и строительству СП 23 –101–2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Участники работ по стандартизации, а также национальные стандарты, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, правила их разработки и применения, правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации, своды правил образуют национальную систему стандартизации.

Стандарт организации (СТО) – стандарт, утвержденный и применяемый организацией для целей стандартизации, а также для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.

В соответствии с ГОСТ Р 1.4, ГОСТ Р ИСО 9000 организация: группа работников и необходимых средств с распределением ответственности, полномочий и взаимоотношений.

Примеры: компания, корпорация, фирма, предприятие, учреждение, благотворительная организация, предприятие розничной торговли, ассоциация, а также их подразделения или комбинация из них. Организация может быть государственной или частной.

Примером стандарта организации является стандарт ТПУ:

СТО ТПУ 2.5.01–2008

Система образовательных стандартов

РАБОТЫ ВЫПУСКНЫЕ КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ,
ПРОЕКТЫ И РАБОТЫ КУРСОВЫЕ

Структура и правила оформления

Технические условия (ТУ) – документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования.

К НД относятся те ТУ, на которые делаются ссылки в договорах на поставляемую продукцию (оказываемые услуги). Пример обозначения технических условий – ТУ 4859-184-00165600-96.

5.2. Категории стандартов

Весь фонд стандартов, действующих на территории РФ, включает следующие категории:

- национальные стандарты РФ (индекс стандартов ГОСТ Р);
- межгосударственные стандарты (индекс стандартов ГОСТ);
- международные (индекс стандартов ИСО, МЭК, МСЭ) и региональные (индекс стандартов ЕС) стандарты;
- стандарты организаций.

Межгосударственный стандарт – региональный стандарт, принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации и доступный большому кругу пользователей.

В Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации входят 12 стран бывшего СССР, кроме стран Прибалтики.

Международный стандарт – стандарт, принятый международной организацией по стандартизации и доступный широкому кругу пользователей.

Международные и региональные организации:

ИСО – международная организация по стандартизации (индекс стандартов ИСО);

МЭК – международная электротехническая комиссия, сфера деятельности которой связана с электротехникой и электроникой (индекс стандартов МЭК);

МСЭ – международный союз электросвязи (индекс стандартов МСЭ);

ЕС – Европейский союз (индекс стандартов ЕС).

5.3. Виды стандартов

Вид стандарта – характеристика, определяющаяся его содержанием в зависимости от объекта стандартизации.

В зависимости от назначения и содержания ГОСТ Р 1.0 установил следующие основные виды стандартов:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на продукцию;
- стандарты на услугу;
- стандарты на процессы (работы);
- стандарты на методы контроля.

В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 1.1 дополнительно могут разрабатываться:

- стандарты на совместимость;
- стандарты на номенклатуру показателей.

Основополагающий стандарт – стандарт (нормативный документ), имеющий широкую область распространения или содержащий общие положения для определенной области.

Основополагающие стандарты устанавливают общие организационно-методические положения для определенной области деятельности или общетехнические требования и правила, обеспечивающие взаимопонимание, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства и не противоречащие законодательству.

Основополагающий стандарт может применяться непосредственно в качестве стандарта или служить основой для разработки других стандартов или иных нормативных или технических документов.

Примером основополагающих стандартов могут быть нормативные документы по организации национальной системы стандартизации в Российской Федерации, комплексные стандарты ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, ГСИ и т. д.

Стандарт на термины и определения – стандарт, устанавливающий термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия, используемые в стандартизации и смежных видах деятельности.

Стандарт на продукции – стандарт, устанавливающий требования и методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, которым должна удовлетворять продукция или группа однородной продукции, с тем чтобы обеспечить ее соответствие своему назначению.

Стандарт на продукцию может включать, кроме требований соответствия назначению, классификацию, конструктивные требования, ти-

пы, основные параметры или размеры, требования по безопасности и экологии, порядок приемки, методы контроля, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, а иногда и технологические или эксплуатационные требования.

Стандарт на услугу. Стандарты на услуги устанавливают требования и методы контроля для групп однородных услуг или для одной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги.

Стандарты на услуги включают бытовое обслуживание населения, общественное питание, туристско-экскурсионное обслуживание, социально-культурные услуги, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, автосервис, связь, страхование, банковское дело, торговлю, научно-техническое и информационно-рекламное обслуживание и прочие сферы деятельности.

Стандарт на процесс. Стандарты на процессы (работы), устанавливают требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

Стандарт на методы контроля (испытаний, измерений). Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа устанавливают требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала.

Стандарт на совместимость – стандарт, устанавливающий требования, которые касаются совместимости различных объектов стандартизации.

Стандарт на номенклатуру показателей – стандарт, содержащий перечень показателей, для которых значения или характеристики должны быть указаны при установлении требований к продукции, процессу или услуге в других нормативных или технических документах.

5.4. Область и объект стандартизации

Объект стандартизации – продукция, процесс или услуга, подлежащие стандартизации.

Под объектом стандартизации в широком смысле понимают продукцию, процесс или услугу, которые в равной степени относятся к любому материалу, компоненту, оборудованию, системе, их совместимости, правилу, процедуре, функции, методу или деятельности.

Стандартизация может ограничиваться определенными аспектами любого объекта. Например, применительно к обуви – размеры и критерии прочности.

Аспект стандартизации – краткое выражение обобщенного содержания устанавливаемых стандартом положений. Аспект стандартизации указывают в наименовании стандарта в виде подзаголовка.

Область стандартизации – совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Областью стандартизации можно считать, например, машиностроение, нефтепродукты, горнодобывающее оборудование, средства вычислительной техники, транспорт, электроника, величины и единицы величин и т. д.

5.5. Комплексные системы стандартов

Комплексные системы стандартов – это результат комплексной стандартизации.

Комплекс (система) стандартов – совокупность взаимоувязанных стандартов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимоувязанным объектам стандартизации.

Комплексные системы стандартов направлены на решение народно-хозяйственных задач, обеспечивающих повышение эффективности производства высококачественной продукции, в частности на упорядочение конструкторской и технологической документации, на упорядочение документации в сферах обращения продукции, на обеспечение единства измерений, безопасности, охраны окружающей среды и т. д.

В каждую систему входит несколько десятков общетехнических стандартов, охватывающих все стадии жизненного цикла изделий: исследование и проектирование, подготовку производства, производство, эксплуатацию и ремонт.

Каждой комплексной системе стандартов присвоен свой номер – одна или две цифры, отделенные точкой в регистрационном номере, и свое наименование, которое приводится на обложке стандарта первой строкой. Некоторые наименования комплексных систем стандартов имеют аббревиатуру, например, Единая система конструкторской документации имеет аббревиатуру ЕСКД.

Федеральное агентство по техническому регулированию проводит работу по совершенствованию и упорядочению комплексных систем стандартов.

В настоящее время действуют комплексные системы стандартов, приведенные в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Номер комплексной системы стандартов	Аббревиатура комплексной системы стандартов	Название комплексной системы	Индексы стандартов, входящих в комплексную систему
1	–	Стандартизация в Российской Федерации	ГОСТ Р
2	ЕСКД	Единая система конструкторской документации	ГОСТ
3	ЕСТД	Единая система технологической документации	ГОСТ
6	–	Унифицированная система документации	ГОСТ
7	СИБИД	Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу	ГОСТ
8	ГСИ	Государственная система обеспечения единства измерений	ГОСТ, ГОСТ Р
9	ЕСЗКС	Единая система защиты от коррозии и старения	ГОСТ
12	ССБТ	Система стандартов безопасности труда	ГОСТ, ГОСТ Р
13	–	Репрография	ГОСТ Р
14	–	Экологический менеджмент	ГОСТ, ГОСТ Р
15	СРПП	Система разработки и постановки продукции на производство	ГОСТ, ГОСТ Р
17	–	Охрана природы	ГОСТ, ГОСТ Р
18	–	Технологии авиатопливообеспечения	ГОСТ
19	ЕСПД	Единая система программной документации	ГОСТ
21	СПДС	Система проектной документации по строительству	ГОСТ Р
22	–	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	ГОСТ Р
23	–	Обеспечение износостойкости изделий	ГОСТ, ГОСТ Р
24	–	Автоматизированные системы управления дорожным движением	ГОСТ, ГОСТ Р
27	–	Надежность в технике	ГОСТ
28	–	Система технического обслуживания и ремонта техники	ГОСТ
30	–	Система стандартов эргономики и технической эстетики	ГОСТ, ГОСТ Р
33	–	Единый российский страховой фонд документации	ГОСТ Р
34	–	Информационная технология	ГОСТ Р
40	–	Система сертификации ГОСТ Р	ГОСТ Р
43	–	Информационное обеспечение техники и операторской деятельности	ГОСТ Р

5.6. Обозначение национальных стандартов

Обозначение национального стандарта РФ и межгосударственного стандарта состоит из индекса «ГОСТ Р» или «ГОСТ» соответственно, регистрационного номера и отделенных тире двух последних цифр или всех четырех цифр (с 2000) года утверждения стандарта, например, ГОСТ Р 50037–98, ГОСТ Р 50628-2000, ГОСТ 2836-87.

В обозначении стандарта, входящего в комплексную систему (комплекс) стандартов, первые одна или две цифры с точкой в его регистрационном номере определяют номер комплексной системы стандартов. Например, ГОСТ Р 2.001-93 – цифра 2, отделенная точкой в регистрационном номере 2.001, определяет принадлежность данного стандарта к комплексной системе стандартов, которая имеет аббревиатуру «ЕСКД», и называется «Единая система конструкторской документации».

По мере принятия технических регламентов и оставления за национальными стандартами функций доказательной базы, количество общетехнических систем и комплексов будет сокращаться, а их состав и содержание – изменяться.

Среди всех комплексных систем особое место занимают системы стандартов ЕСКД и ЕСТД, тесно связанные между собой и определяющие требования к основной технической документации всего народного хозяйства и особенно для машиностроения.

Обозначение национальных стандартов РФ, имеющих аутентичный текст (без изменений и дополнений) соответствующих международных, региональных или национальных стандартов других стран на русском языке (идентичный стандарт), состоит из индекса «ГОСТ Р», обозначения соответствующего международного (регионального) стандарта (без указания года его принятия) и отделенного от него тире года утверждения национального стандарта РФ, например,

ГОСТ Р ИСО 9001-2001, ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-2-2000.

Данный способ применения международного стандарта называют «методом обложки» или прямое применение международного стандарта.

Обозначение национальных стандартов РФ, имеющих аутентичный текст соответствующих международных, региональных или национальных стандартов других стран на русском языке с изменениями или дополнительными требованиями, отражающими специфику потребностей национальной экономики (модифицированный стандарт), состоит из обозначения национального стандарта и приведенного ниже в скобках обозначения примененного международного (регионального) стандарта, например,

1) ГОСТ Р 51885-2002
(ИСО 7000: 1990)

2) ГОСТ Р 52377-2004
(МЭК 60634: 1998)

Данный способ применения международного стандарта называют косвенное применение международного стандарта или применение с изменениями.

5.7. Указатель «Национальные стандарты»

Информацию о действующих национальных стандартах, сроках их действия, изменениях к ним пользователи получают через годовые и ежемесячные информационные указатели «Национальные стандарты Российской Федерации».

Ежегодный указатель «Национальные стандарты» выходил до 2005 года в четырех томах, с 2005 года выходит в трех томах, составленный по кодам Общероссийского классификатора стандартов ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001) 001, который входит в состав единой системы классифицирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК) Российской Федерации. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС) гармонизирован с Международным классификатором стандартов (МКС) и Межгосударственным классификатором стандартов.

Все действующие стандарты на текущий год размещены в 1, 2, 3 томах указателя «Национальные стандарты» по кодам ОКС с указанием обозначений и наименований стандартов. Обозначения стандартов внутри кодов расположены по порядку возрастания обозначений в последовательности: ГОСТ, ГОСТ Р, РСТ РСФСР. В 3 томе приведен перечень действующих на текущий год Общероссийских классификаторов и алфавитно-предметный указатель. Алфавитно-предметный указатель построен по ключевым словам, выбранным из наименований позиций ОКС, с указанием кодов Общероссийского классификатора стандартов.

Весь перечень действующих на текущий год стандартов в порядке возрастания их номеров приведен в 3 томе. В нем для каждого стандарта указаны код ОКС, группа стандарта, к которой относится стандарт. В графе «Для отметок» соответственно для этих стандартов могут быть указаны или сроки прекращения действия стандартов, или сроки введения вновь изданных опережающих стандартов, или в скобках указывается номер изменения, номер и год информационного указателя, в котором оно опубликовано.

Примеры:

1. Р 50008-9233.100.20		Э02	до 01.02.2002
2. Р 12.4.201-99	59.080.40	Л69	с 01.01.2003
3. 855-74	73.080	А57	(1-Х-79)

Если стандарт введен взамен другого, то указывается, взамен какого документа он введен или в какой части его заменяет.

Дается информация в виде сноски в случае, если стандарт:

- утратил силу на территории Российской Федерации;
 - принят в качестве межгосударственного стандарта;
 - действует только на территории Российской Федерации.
- В указателе у стандартов индекс стандарта «ГОСТ» не проставляется.

5.8. Информационно-поисковая система «Кодекс»

Для поиска стандартов также можно использовать информационно-поисковую систему «Кодекс», которая содержит актуализируемые электронные версии действующих на территории РФ нормативных документов.

В ТПУ с 2002 г. Успешно функционирует информационно-поисковая система «Кодекс», пользующаяся в настоящее время повышенным спросом (до 1,5 тыс. обращений в месяц). Для работы с базой организован широкий доступ для сотрудников и студентов в сети Intranet ТПУ. База регулярно актуализируется и пополняется новыми нормативными документами. Она проста и удобна в обращении, что позволяет сократить время поиска и затраты на приобретение необходимой информации, содержащейся в стандартах. Адрес базы данных «Кодекс» <http://kodeks.lib.tpu.ru>.

Также можно использовать официальный сайт национального органа по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (краткое наименование – Росстандарт), где приводится информация о действующих стандартах – <http://www.gost.ru/wps/portal/>, далее Информационные ресурсы по стандартизации, далее – Каталог стандартов.

5.9. Цель лабораторной работы

5.9.1. освоение, закрепление и применение в последующей практике теоретического материала по разделу «Стандартизация».

5.9.2. приобретение навыков работы со стандартами и определение по ним:

- видов и категорий стандартов;
- объекта и области стандартизации;
- основных положений стандарта;
- сферы применения стандарта.

5.9.3. приобретение практических навыков работы с указателем «Национальные стандарты!» и выявление по указателю признаков актуализации стандартов.

5.10. Нормативные документы, используемые в ходе работы

- комплект указателей «Национальные стандарты»;
- фонд стандартов.

5.11. Программа работы

5.11.1. На основе теоретического материала лекций и приобретенных знаний с использованием стандартов и комплекта указателей «Национальные стандарты», по которому осуществляется поиск кода ОКС стандарта, принятых к нему изменений, сведений о переиздании стандарта и т. д., заполнить табл. 5.2, предварительно ознакомившись с двумя предложенными стандартами, и принять решение о возможности применения данных стандартов.

Если нет, то указать причину: стандарт либо отменен, либо переиздан, либо утратил силу на территории РФ, либо в стандарте нет всех принятых к нему изменений.

Таблица 5.2

1	Обозначение стандарта	ГОСТ ...	ГОСТ ...
2	Наименование стандарта		
3	Индекс стандарта		
4	Регистрационный номер стандарта		
5	Номер комплексной системы стандартов		
6	Аббревиатура комплексной системы стандартов		
7	Способ применения международного стандарта		
8	Код ОКС стандарта		
9	Категория стандарта		
10	Вид стандарта		
11	Объект стандартизации		
12	Область стандартизации		
13	Сфера применения стандарта		
14	Основные положения стандарта		
15	Изменения, принятые к данному стандарту		
16	Вывод: можно ли использовать в работе данный стандарт		

Таблица 5.3

Варианты заданий для студентов ИПР

Номер варианта	Задания по вариантам	
	Задание № 2	Задание № 3
1	ГОСТ 13583.9-93	ГРАВИМИТРЫ НАЗЕМНЫЕ. Общие технические условия
2	ГОСТ 15934.17-80	КОНЦЕНТРАТ АПАТИТОВЫЙ. Технические условия
3	ГОСТ 10949-75	МРАМОР. Метод определения содержания серы
4	ГОСТ 8483-81	ПРИБОРЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ. Термины и определения
5	ГОСТ 28185-89	ВОДА. Единицы жесткости
6	ГОСТ 22387.3-77	ТЕОДОЛИТЫ. Общие технические условия
7	ГОСТ 15880-83	СПКП. АНАЛИЗАТОРЫ ГАЗОВ. Номенклатура показателей
8	ГОСТ 6031-81	ГРУНТЫ. Классификация
9	ГОСТ 12.2.105-84	ГЕОДЕЗИЯ. Термины и определения
10	ГОСТ Р 51605-2000	СПКП. ПРИБОРЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ. Номенклатура показателей
11	ГОСТ 30672-99	ГИДРОЛОГИЯ СУШИ. Термины и определения
12	ГОСТ 17789-72	ССБТ. ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ. Общие требования
13	ГОСТ Р 51510-99	ОХРАНА ПРИРОДЫ. ПОЧВЫ. Паспорт почв
14	ГОСТ 23463-79	ПОЧВЫ. Термины и определения
15	ГОСТ 12871-93	ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. Виды и комплектность
16	ГОСТ 444-75	УГЛИ КАМЕННЫЕ. Метод определения окисленности
17	ГОСТ 29086-91	РУДЫ ЖЕЛЕЗНЫЕ. Метод магнитного анализа
18	ГОСТ Р 51176-98	НЕФТЬ. Метод определения парафина
19	ГОСТ 28802-90	ОБОРУДОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ. Термины и определения
20	ГОСТ 21534-76	ГАЗЫ ГОРЮЧИЕ ПРИРОДНЫЕ. Метод определения ртути
21	ГОСТ 4.356-86	ЗАМКИ ДЛЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ
22	ГОСТ 24328-80	КОНЦЕНТРАТЫ ЦИНКОВЫЕ. Метод определения цинка
23	ГОСТ 22609-77	ГРАФИТ. Метод определения серы
24	ГОСТ 12.2.059-81	АЛМАЗЫ ПРИРОДНЫЕ НЕОБРАБОТАННЫЕ Классификация. Основные признаки
25	ГОСТ 10529-96	РУДЫ ЖЕЛЕЗНЫЕ. Метод магнитного анализа
26	ГОСТ 4.374-85	КАРТОГРАФИЯ. Термины и определения

Таблица 5.4

Варианты заданий для студентов ИНК, ФТИ

Номер варианта	Задания по вариантам	
	Задание № 2	Задание № 3
1	ГОСТ 19138.0-85	ТОПЛИВО НЕФТЯНОЕ. МАЗУТ. Технические условия
2	ГОСТ 12.1.040-83	ГСИ. НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПОВЕРКЕ. Общие требования
3	ГОСТ 10771-82	ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ. Методы измерения емкости
4	ГОСТ Р 8.590-2001	МИКРОМЕТРЫ СО ВСТАВКАМИ. Технические условия
5	ГОСТ Р МЭК 1029-1-94	СОЕДИНИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. Термины и определения
6	ГОСТ Р МЭК 60522-2001	СТАЛЬ. Эталоны микроструктуры
7	ГОСТ 15.009-91	АНАЛИЗАТОРЫ ГАРМОНИК. Методы и средства поверки
8	ГОСТ 11282-93 (МЭК 524-75)	ИЗЛУЧАТЕЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ. Основные размеры
9	ГОСТ 22511-88	МЕТАЛЛЫ. Методы испытания на растяжение
10	ГОСТ 19761-81	ТОЛЩИНОМЕРЫ РАДИОИЗОТОПНЫЕ. Общие технические условия
11	ГОСТ Р ИСО 5358-99	КОДЫ ДЛЯ МАРКИРОВКИ РЕЗИСТОРОВ И КОНДЕНСАТОРОВ
12	ГОСТ 4.493-89	ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БЫТОВЫЕ. Метод измерения вибрации
13	ГОСТ 12.4.122-83	ССБТ. ЛАЗЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Общие положения
14	ГОСТ 17925-72	ТЕХНИКА РАДИАЦИОННАЯ. Термины и определения
15	ГОСТ 11859-66	СТАЛЬ. Метод рентгенофлюоресцентного анализа
16	ГОСТ 18061-90	ГСИ. ЧАСТОТОМЕРЫ. Методы и средства поверки
17	ГОСТ 29074-91	ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ. Требования к восста- новлению и ремонту
18	ГОСТ 18353-79	ПЛАСТМАССЫ. Метод определения сыпуче- сти
19	ГОСТ Р 51635-2000	ПРИБОРЫ РЕНТГЕНОВСКИЕ. Термины и определения
20	ГОСТ Р МЭК 60238-99	ПРИБОРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ. Основные размеры
21	ГОСТ 28883-90 (МЭК 62-74)	ЛИФТЫ ПАССАЖИРСКИЕ И ГРУЗОВЫЕ. Технические условия

Номер варианта	Задания по вариантам	
	Задание № 2	Задание № 3
22	ГОСТ Р МЭК 252-94	ССБТ. ОЧКИ ЗАЩИТНЫЕ. Общие технические условия
23	ГОСТ 29075-91	МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ. Основные размеры
24	ГОСТ 28578-90 (МЭК 749-84)	ВОДА ПИТЬЕВАЯ. Обор проб
25	ГОСТ 23448-79	ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ. Основные параметры
26	ГОСТ 18604.6-74	СРПП. МЕДИЦИНСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

5.11.2. Используя указатели «Национальные стандарты», осуществить поиск наименования стандарта по его обозначению, указанному для каждого варианта в графе 2 табл. 5.3, 5.4 (в зависимости от института).

По 3 тому определяется код раздела, в котором размещен исследуемый стандарт, а затем, используя один из 1 и 2 тома, по коду раздела и обозначению стандарта находится наименование стандарта.

5.11.3. Используя указатели «Национальные стандарты», осуществить поиск стандарта по его наименованию.

Наименований стандартов по вариантам приведены в графе 3 табл. 5.3, 5.4 (в зависимости от института).

Выполнение этого задания необходимо начинать с поиска кода по ключевому слову (области стандартизации, объекту стандартизации или аспекту стандартизации) в алфавитно-предметном указателе 3 тома. Затем, используя один из 1 и 2 тома, по коду раздела и наименованию стандарта находится обозначение стандарта.

5.12. Контрольные вопросы

1. Какие документы охватывает понятие «нормативный документ»?
2. Прерогативой каких документов является установление обязательных требований?
3. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?
4. Чем отличаются правила по стандартизации от рекомендаций по стандартизации? Приведите пример того и другого документа.
5. Что такое вид стандарта? Перечислите основные виды стандартов.
6. Что такое основополагающий стандарт? Приведите примеры организационно-методических и общетехнических стандартов.
7. Какие требования предъявляются к стандартам на методы контроля?

8. В каком источнике содержится информация о действующих национальных стандартах РФ?
9. Какой вариант применения международного стандарта в РФ реализован в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2001(судя по обозначению)?
10. Какой вариант применения международного стандарта в РФ реализован в стандарте ГОСТ Р 51294.9-2002 (ИСО/МЭК 15438-2001)?
11. Какой основной документ является результатом работ по Единой системе классификации и кодирования технико-экономической информации?
12. В каких случаях технические условия выполняют роль технических документов и нормативных документов?
13. Какую информацию получает пользователь из указателя «Национальные стандарты»?
14. Какие, на ваш взгляд, методы и принципы стандартизации применены при разработке и составлении указателя «Национальные стандарты»?

5.13. Используемая литература

1. Лифиц И.М., Стандартизация, метрология и сертификация: учебник. – М.: Юрайт-Издат, 2013
2. ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения».
3. ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».
4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

ОБЩЕРОССИЙСКИЙ КЛАССИФИКАТОР ЕСКД. ПРИСВОЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ИЗДЕЛИЯМ И КОНСТРУКТОРСКИМ ДОКУМЕНТАМ

6.1. Основные понятия и определения

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации (далее – общероссийские классификаторы) – нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другим) и являющиеся **обязательными для применения** при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информации.

Классификатор изделий и конструкторских документов – Классификатор ЕСКД представляет собой систематизированный свод наименований классификационных группировок объектов классификации: изделий основного и вспомогательного производства всех отраслей народного хозяйства, общетехнических документов и их кодов. Классификатор ЕСКД является основной частью Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации (ЕСКК ТЭИ).

В Классификатор ЕСКД включены классификационные характеристики изделий: деталей, сборочных единиц, комплектов, комплексов, на которые разработана и разрабатывается конструкторская документация по ЕСКД, в том числе и стандартные изделия, а также общетехнические документы (нормы, правила, требования, методы и т. д.) на изделия, входящие в Классификатор ЕСКД.

Цели, для достижения которых разработан Общероссийский Классификатор ЕСКД:

- установление в стране единой государственной обезличенной классификационной системы обозначения изделий и конструкторских документов и обеспечение единого порядка оформления, учета, хранения и обращения этих документов;
- обеспечение возможности использования различными предприятиями и организациями при проектировании новой техники, технологической подготовке производства, эксплуатации и ремонте конструкторской документации, разработанной другими организациями, без ее переоформления;
- ускорение и облегчение ручного поиска конструкторской документации разрабатываемых и изготавливаемых изделий;
- выявление объектов и определение направлений унификации и стандартизации изделий;

- широкое применение средств электронно-вычислительной техники в системах автоматизированного проектирования, управления технологическими процессами, создании передовых методов производства (САПР, АСУТП, ГПС и др.).

Присвоение объектам народного хозяйства кодовых обозначений обеспечивает полную идентификацию объектов.

Всего в Классификаторе ЕСКД 100 классов. Все изделия размещены в 49 классах, остальные классы – резервные и могут быть использованы для размещения новых видов изделий.

Признаки, использованные при классификации изделий в классах Классификатора:

- **функциональный** (основная эксплуатационная функция, выполняемая изделием);
- **конструктивный** (конструктивные особенности изделия);
- **принцип действия** (физический, физико-химический процесс, на основе которого действует изделие);
- **параметрический** (величины и степени точности рабочих параметров изделия: основные размеры, мощность, напряжение, сила тока, частота и пр.);
- **геометрической формы**;
- **наименования изделия**.

При формировании классов (первый уровень классификации) для сборочных единиц, комплектов, комплексов использован функциональный признак. Этот признак дает представление об изделиях класса и отличает их от изделий других классов. Наименования, присвоенные классам по этому признаку, непосредственно отражают номенклатуру включенных в них изделий.

Наиболее общие признаки, использованные на верхних уровнях классификации, конкретизируются на последующих уровнях – подклассах, группах, подгруппах, видах.

В пяти классах деталей (71–75) на первом уровне классификации применен признак «геометрическая форма», который является наиболее объективным и стабильным, раскрывающим существенные характеристики детали независимо от ее функционального назначения и принадлежности к другим изделиям.

Признак «геометрическая форма» конкретизируется на последующих уровнях классификации.

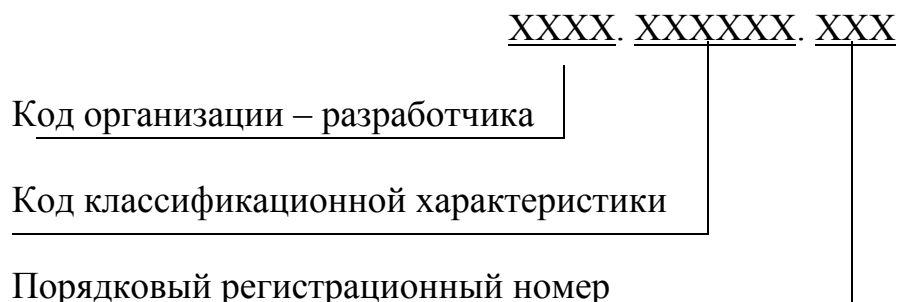
Множество деталей в этих классах разделено по геометрической форме на три подмножества: «детали – не тела вращения» (классы 71, 72), «детали – не тела вращения» (классы 73, 74), «детали – тела вращения и не тела вращения» (класс 75).

Для классификации общих документов использован подкласс "0" во всех классах. К подклассу «0» относятся документы, регламентирующие общие для изделий всего класса, его подклассов, групп, подгрупп и видов нормы, правила, требования, методы в области свойств изделий, их маркировки, упаковки, контроля, приемки, транспортирования, хранения, монтажа, эксплуатации, ремонта, технологии производства.

Классификационная характеристика является основной частью обозначения изделия и его конструкторского документа.

Обозначение изделий и конструкторских документов устанавливается по ГОСТ 2.201 «ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов».

6.2. Структура обозначения изделий и основного конструкторского документа (чертежа детали или спецификации)

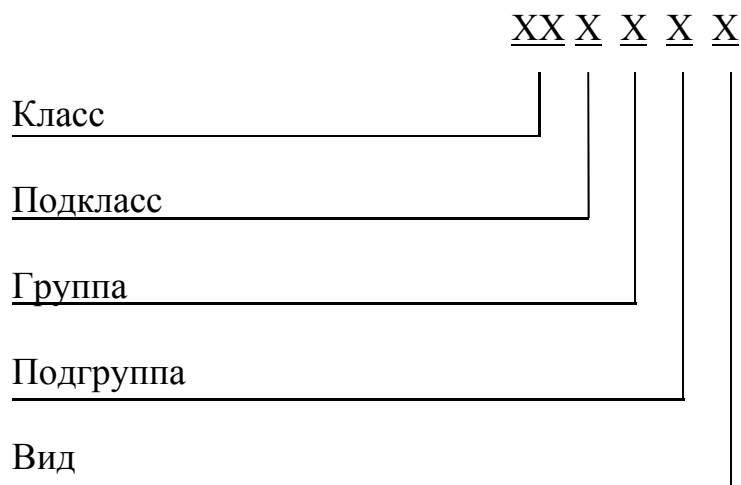


Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначается по общероссийскому Классификатору предприятий и организаций (ОКПО).

Код классификационной характеристики изделия и основного конструкторского документа назначается по Классификатору ЕСКД и представляет собой шестизначное число.

Структура кода классификационной характеристики представляет собой графическое изображение последовательности расположения знаков кода и соответствующие этим знакам наименования уровней деления.

6.3. Структура кода классификационной характеристики



Порядковый регистрационный номер присваивают по каждой классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика.

Примеры обозначения изделий и основного конструкторского документа:

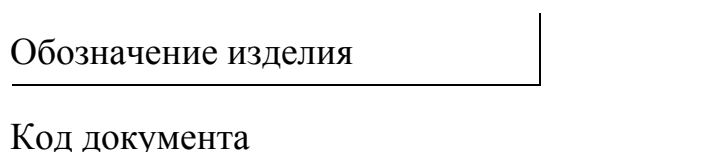
ФЮРА.381627.001;

ЕИВЖ. 473561.003;

ЕИЖА. 744357.001.

Обозначение неосновного конструкторского документа (документа, входящего в комплект конструкторской документации в соответствии с ГОСТ 2.102-68 «Виды и комплектность конструкторских документов») должно состоять из обозначения изделия и кода документа, установленного стандартами

XXXX.XXXXXX.XXX. XXXX



Примеры

Сборочный чертеж

ФЮРА.381627.001 СБ

Технические условия

ФЮРА.381627.001 ТУ

Руководство по эксплуатации

ФЮРА.381627.001 РЭ

Схема электрическая принципиальная

ФЮРА.381627.001 ЭЗ

6.4. Примеры выполнения заданий

Найти код классификационной характеристики прибора для измерения характеристик электронных, фазо-частотных устройств электрических цепей.

Класс исследуемого прибора определяем по ключевым словам, определяющим функциональное назначение этого прибора. Исследуемый прибор является средством измерений электрических и магнитных величин. По наименованию классов находим класс, в котором размещен исследуемый прибор. Это класс 410000 «Средства измерений электрических и магнитных величин, ионизирующих излучений, средства интроскопии, определения состава и физико-химических свойств веществ». По сетке классов и подклассов определяем подкласс 411000 «Средства измерений электрических и магнитных величин», здесь же определяем и группу 411200 «Приборы для измерения элементов цепей, компонентов и трактов, приборы комбинированные». По сетке групп, подгрупп и видов определяем подгруппу 411230 «Характеристик электронных устройств» и вид 411233 «Фазо-частотных». Таким образом, код классификационной характеристики прибора для измерения характеристик электронных, фазо-частотных устройств электрических цепей будет 411233.

При классификации деталей определяющим является признак «геометрическая форма», как более стабильный и объективный при описании детали. Также использованы и другие признаки, причем признак «наименование» использован в случаях, когда наименование детали общепринято и однозначно характеризует деталь.

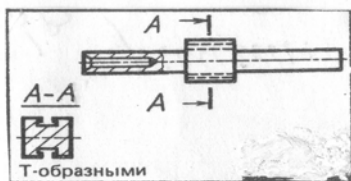
Определение кода классификационных характеристик деталей определяется двумя способами:

а) наименование детали, указанное на чертеже, отыскивается в алфавитно-предметном указателе (АПУ), где указывается код классификационной характеристики;

б) при отсутствии в АПУ наименования детали, указанного в чертеже, то по сетке классов и подклассов, сопоставляя признаки классификации, определяем класс, подкласс, группу. Далее по классификационным сеткам, сопоставляя классификационные признаки, определяем подгруппу и вид.

Примечание. Для каждого класса специфицированных изделий составлен алфавитно-предметный указатель (АПУ), а для классов деталей – общий.

Ось



ФЮРА.753223.001

ФЮРА – код предприятия-разработчика (ТПУ);

753223 – код классификационной характеристики;

001 – порядковый регистрационный номер (порядковый регистрационный номер должен соответствовать номеру варианта).

Класс: 750000 – детали – тела вращения и не тела вращения;

Подкласс: 753000 – с элементами тел вращения и не тел вращения;

Группа: 753200 – с L свыше 5 В (валы, оси и др.);

Подгруппа: 753220 – с элементами не тел вращения, расположенными относительно оси симметрично, с центральным отверстием глухим;

Вид: 753223 – с пазами на гранях Т-образными.

6.5. Цель работы

Целью выполнения лабораторной работы является:

- изучение принципов и признаков классификации изделий в Классификаторе ЕСКД;
- приобретение практических навыков нахождения в нем кодов классификационных характеристик изделий и конструкторских документов и присвоения обозначений изделиям и конструкторским документам в соответствии с ГОСТ 2.201, ГОСТ 2.102.

6.6. Нормативные документы

Нормативные документы, используемые в ходе работы:

- ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов»;
- ГОСТ 2.102-2013 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов»;
- Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов ОК 012-93 (ОК ЕСКД):
 - а) введение;
 - б) класс 41 «Средства измерений электрических и магнитных величин, ионизирующих излучений, средства интроскопии, определения состава и физико-химических свойств веществ»;
 - в) класс 42 «Устройства и системы контроля и регулирования параметров технологических процессов, средств телемеханики, охранной и пожарной сигнализации»;

г) класс 43 «Микросхемы, приборы полупроводниковые, электровакуумные, пьезоэлектрические, квантовой электроники. Резисторы. Соединители, преобразователи электроэнергии»;

д) класс 73 «Детали – не тела вращения: корпусные, опорные, емкостные»;

е) класс 74 «Детали – не тела вращения: плоскостные; рычажные, грузовые, тяговые; аэрогидродинамические; изогнутые из листов, полос и лент; профильные; трубы»;

ж) класс 75 «Детали – не тела вращения с элементами зацепления, арматуры, санитарно-технические, разветвленные, пружинные, ручки, уплотнительные, отсчетные, пояснительные, маркировочные, защитные, посуда, оптические, электрорадиоэлектронные, крепежные»;

и) Алфавитно-предметный указатель классов деталей (75-76).

6.7. Программа работы

6.7.1. Задание № 1

В целях изучения приемов классификации и кодирования расписать структуры кодов классификационных характеристик предложенных деталей (см. варианты заданий) с указанием признаков классификации (класс, подкласс, группа, подгруппа, вид). При выполнении данного задания использовать Классификатор ЕСКД класс 73 и класс 74.

6.7.2. Задание № 2

Используя, классификатор ЕСКД класс 41, класс 42, класс 43, класс 75, Присвоить, исследуемым объектам коды классификационных характеристик и записать в соответствии с ГОСТ 2.201-80 полные обозначения этих объектов.

Расписать структуры обозначений изделий и присвоенных кодов классификационных характеристик с указанием признаков классификации (класс, подкласс, группа, подгруппа, вид).

6.8. Контрольные вопросы

1. Цели, для достижения которых разработан Общероссийский Классификатор ЕСКД.
2. Признаки классификации изделий в классах Классификатора ЕСКД.
3. Взаимосвязь ОК ЕСКД, ГОСТ 2.201-80 и ГОСТ 2.102–2013.
4. Структура кода классификационной характеристики изделия.
5. Структура обозначения изделий и конструкторских документов.
6. Рекомендации и методику по пользованию Классификатором ЕСКД.

РАЗДЕЛ 2

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1 ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

1.1. Цели

- изучить физические величины, систему единиц величин, правила записи результатов измерений;
- научиться записывать физические величины и их размерности, результаты измерений, пользоваться кратными и дольными приставками при образовании единиц физических величин.

1.2. Физические величины

Физической величиной (ФВ) называют одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

ФВ имеет количественную и качественную характеристику. Количественной характеристикой является размер ФВ, качественной – размерность ФВ.

Размер ФВ – это количественная определенность ФВ, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

Размерность ФВ – это выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающее связь данной ФВ с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1.

Степени символов основных величин, входящих в одночлен, в зависимости от связи рассматриваемой ФВ с основными, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными. Понятие «размерность» распространяется и на основные величины. Размерность основной величины в отношении самой себя равна единице, т. е. формула размерности основной величины совпадает с ее символом.

В соответствии с международным стандартом ИСО 31/0, размерность величин следует обозначать знаком **dim**. Размерность основных величин: длины **dim l = L**; массы **dim m = M**; времени **dim t = T**; силы электрического тока **dim i = I**; термодинамической температуры **dim T = Q**; силы света **dim J = J**; количества вещества **dim n = N**. Размерность производных величин:

$$\mathbf{dim Q} = L^{\alpha} \cdot M^{\beta} \cdot T^{\gamma} \dots,$$

где L, M, T – размерности основных величин в принятой системе единиц; α, β, γ – показатели размерности.

Показатель размерности ФВ – это показатель степени, в которую возведена размерность основной ФВ, входящая в размерность производной ФВ.

Пример 3. Вывести и записать размерность силы Ньютона – F .

Решение:

$$[F] = [m] \cdot [a] = [m] \cdot \frac{[l]}{[t]} = \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \right].$$

$$\dim F = M \cdot L \cdot T^{-2}.$$

1.3. Единица физической величины

Единица ФВ – физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин.

Единицы ФВ объединяются по определенному принципу в **системы единиц**.

Система единиц ФВ – это совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принципами для заданной системы ФВ.

Эти принципы заключаются в следующем: произвольно устанавливают единицы для некоторых величин, называемых **основными единицами**, и по формулам через основные получают все производные единицы для данной области измерений.

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам Международной организации мер и весов (МОМВ) была принята **Международная система единиц (SI)**, которая в России применяется с 1 января 1963 г.

1.4. Международная система единиц (SI)

Достоинства системы SI:

- универсальность – охват всех областей науки и техники;
- унификация единиц для всех областей и видов измерений (механических, тепловых, электрических, магнитных и т. д.);
- когерентность единиц – все производные единицы SI получаются из уравнений связи между величинами, в которых коэффициенты равны единице;
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определениями;

- упрощение записи уравнений и формул в физике, химии, а также в технических расчетах в связи с отсутствием переводных коэффициентов;
- уменьшение числа допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц, имеющих собственные наименования.

1.3.1. Основные и производные единицы системы единиц ФВ

Основная единица системы единиц ФВ – это единица основной ФВ в данной системе единиц. Основные единицы системы SI приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные единицы SI

Величина		Единица			Определение
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		
			межд.	рус.	
Длина	L	метр	m	м	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458\text{ s}$
Масса	M	килограмм	kg	кг	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма
Время	T	секунда	s	с	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133
Электрический ток (сила электрического тока)	I	ампер	A	A	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 m один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 m силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$

Величина		Единица			Определение
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		
			межд.	рус.	
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	К	К	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды
Количество вещества	N	моль	mol	моль	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 kg. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц
Сила света	J	кандела	cd	кд	Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 W/sr
<p>Примечания. 1 Кроме термодинамической температуры (обозначение T), допускается применять также температуру Цельсия (обозначение t), определяемую выражением $t = T - T_0$, где $T_0 = 273,15$ К. Термодинамическую температуру выражают в кельвинах, температуру Цельсия – в градусах Цельсия. По размеру градус Цельсия равен кельвину. Градус Цельсия – это специальное наименование, используемое в данном случае вместо наименования «кельвин».</p>					

Производные единицы СИ образуют по правилам образования когерентных производных единиц СИ.

Когерентные производные единицы (далее – производные единицы) Международной системы единиц, как правило, образуют с помощью простейших уравнений связи между величинами (определяющих уравнений), в которых числовые коэффициенты равны 1. Для образования производных единиц обозначения величин в уравнениях связи заменяют обозначениями единиц СИ.

Пример: Единицу скорости образуют с помощью уравнения, определяющего скорость прямолинейно и равномерно движущейся материальной точки

$$v = \frac{s}{t},$$

где v – скорость; s – длина пройденного пути; t – время движения материальной точки.

Подстановка вместо s и t обозначений их единиц SI дает

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = 1 \text{ m/s}.$$

Следовательно, единицей скорости SI является метр в секунду. Он равен скорости прямолинейно и равномерно движущейся материальной точки, при которой эта точка за время 1 s перемещается на расстояние 1 m.

Если уравнение связи содержит числовой коэффициент, отличный от 1, то для образования когерентной производной единицы SI в правую часть подставляют обозначения величин со значениями в единицах SI, дающими после умножения на коэффициент общее числовое значение, равное 1.

Пример – Если для образования единицы энергии используют уравнение

$$E = \frac{1}{2}mv^2,$$

где E – кинетическая энергия; m – масса материальной точки; v – скорость движения материальной точки, то для образования когерентной единицы энергии SI используют, например, уравнение

$$E = \frac{1}{2}(2[m] \cdot [v]^2) = \frac{1}{2}(2 \text{ kg})(1 \text{ m/s})^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J},$$

или

$$E = \frac{1}{2}[m](\sqrt{2} \cdot [v])^2 = \frac{1}{2}(1 \text{ kg})(\sqrt{2} \text{ m/s})^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}.$$

Следовательно, единицей энергии SI является джоуль (равный ньютон-метру). В приведенных примерах он равен кинетической энергии тела массой 2 kg, движущегося со скоростью 1 m/s, или же тела массой 1 kg, движущегося со скоростью $\sqrt{2}$ m/s.

1.3.2. Единицы, не входящие в SI

Внесистемные единицы, указанные в табл. 1.2, допускаются к применению без ограничения срока наравне с единицами SI.

Таблица 1.2

Внесистемные единицы, допустимые к применению наравне с единицами SI

Наименование величины	Единица				
	Наименование	Обозначение		Соотношение с единицей СИ	Область применения
		межд.	рус.		
Масса	тонна	t	т	$1 \cdot 10^3 \text{ kg}$	Все области
	атомная единица массы	u	а. е. м.	$1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (приблизительно)	Атомная физика
Время	минута	min	мин	60 s	Все области
	час	h	ч	3600 s	
	сутки	d	сут	86400 s	
Плоский угол	градус	...°	...°	$(\pi/180) \text{ rad} = 1,745329... \cdot 10^{-2} \text{ rad}$	Все области
	минута	...'	...'	$(\pi/10800) \text{ rad} = 2,908882... \cdot 10^{-4} \text{ rad}$	
	секунда	..."	..."	$(\pi/648000) \text{ rad} = 4,848137... \cdot 10^{-6} \text{ rad}$	
	град (гон)	gon	град	$(\pi/200) \text{ rad} = 1,57080... \cdot 10^{-2} \text{ rad}$	Геодезия
Объем, вместимость	литр	l	л	$1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	Все области
Длина	астрономическая единица	ua	а. е.	$1,49598 \cdot 10^{11} \text{ m}$ (приблизительно)	Астрономия
	световой год	ly	св. год	$9,4605 \cdot 10^{15} \text{ m}$ (приблизительно)	
	парсек	pc	пк	$3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$ (приблизительно)	
Оптическая сила	диоптрия	–	дптр	$1 \cdot \text{m}^{-1}$	Оптика
Площадь	гектар	ha	га	$1 \cdot 10^4 \text{ m}^2$	Сельское и лесное хозяйство

Наименование величины	Единица				
	Наименование	Обозначение		Соотношение с единицей СИ	Область применения
		межд.	рус.		
Энергия	электрон-вольт	eV	эВ	$1,60218 \cdot 10^{-19}$ J (приблизительно)	Физика
	киловатт-час	kW·h	кВт·ч	$3,6 \cdot 10^6$ J	Для счетчиков электрической энергии
Полная мощность	вольт-ампер	V·A	В·А		Электротехника
Реактивная мощность	вар	var	вар		Электротехника
Электрический заряд, количество электричества	ампер-час	A·h	А·ч	$3,6 \cdot 10^3$ C	Электротехника
<p>Примечание. Наименования и обозначения единиц времени (минута, час, сутки), плоского угла (градус, минута, секунда), астрономической единицы, диоптрии и атомной единицы массы не допускаются применять с приставками.</p> <p>Допускается также применять другие единицы, получившие широкое распространение, например неделя, месяц, год, век, тысячелетие.</p> <p>Не рекомендуется применять при точных измерениях.</p>					

Без ограничения срока допускается применять единицы относительных и логарифмических величин.

Единицы, указанные в табл. 1.3, временно допускается применять до принятия по ним соответствующих международных решений.

Таблица 1.3

Внесистемные единицы, временно допустимые к применению

Наименование величины	Единица			Соотношение с единицей СИ	Область применения
	Наименование	Обозначение			
		межд.	рус.		
Длина	морская миля	n mile	миля	1852 m (точно)	Морская навигация
Масса	карат	–	кар	$2 \cdot 10^{-4}$ kg (точно)	Добыча и производство драгоценных камней и жемчуга
Линейная плотность	текс	tex	текс	$1 \cdot 10^{-6}$ kg/m (точно)	Текстильная промышленность
Скорость	узел	kn	уз	0,514(4) m/s	Морская навигация
Ускорение	гал	Gal	Гал	$0,01 \text{ m/s}^2$	Гравиметрия
Частота вращения	оборот в секунду	r/s	об/с	1 s^{-1}	Электротехника
	оборот в минуту	r/min	об/мин	$1/60 \text{ s}^{-1} = 0,016(6) \text{ s}^{-1}$	
Давление	бар	bar	бар	$1 \cdot 10^5$ Pa	Физика

При новых разработках применение этих внесистемных единиц не рекомендуется.

1.3.3. Правила образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

Наименования и обозначения десятичных кратных и дольных единиц СИ образуют с помощью множителей и приставок, указанных в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц SI

Кратные единицы				Дольные единицы			
Десятич. множитель	Приставка	Обозначение приставки		Десятич. множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		межд.	русс.			межд.	русс.
10^{24}	иотта	<i>Y</i>	И	10^{-1}	деци	<i>d</i>	д
10^{21}	зетта	<i>Z</i>	З	10^{-2}	санци	<i>c</i>	с
10^{18}	экса	<i>E</i>	Э	10^{-3}	милли	<i>m</i>	м
10^{15}	пета	<i>P</i>	П	10^{-6}	микро	<i>μ</i>	мк
10^{12}	тера	<i>T</i>	Т	10^{-9}	нано	<i>n</i>	н
10^9	гига	<i>G</i>	Г	10^{-12}	пико	<i>p</i>	п
10^6	мега	<i>M</i>	М	10^{-15}	фемто	<i>f</i>	ф
10^3	кило	<i>k</i>	к	10^{-18}	атто	<i>a</i>	а
10^2	гекто	<i>h</i>	г	10^{-21}	зепто	<i>z</i>	з
10^1	дека	<i>da</i>	да	10^{-24}	иокто	<i>y</i>	и

Присоединение к наименованию и обозначению единицы двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микромикрофарад следует писать пикофарад.

Приставку или ее обозначение следует писать слитно с наименованием единицы или, соответственно, с обозначением последней.

Если единица образована как произведение или отношение единиц, приставку или ее обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или в отношение.

Правильно:

килопаскаль-секунда на метр

(кПа·с/м; кПа·с/м).

Неправильно:

паскаль-килосекунда на метр

(Па·кс/м; Па·кс/м).

Присоединять приставку ко второму множителю произведения или к знаменателю допускается лишь в обоснованных случаях, когда такие единицы широко распространены и переход к единицам, образованным в соответствии с первой частью настоящего пункта, связан с трудностями, например: тонна-километр ($t\cdot km$; т·км), вольт на сантиметр (V/cm ; В/см), ампер на квадратный миллиметр (A/mm^2 ; А/мм²).

Наименования кратных и дольных единиц исходной единицы, возведенной в степень, образуют, присоединяя приставку к наименованию исходной единицы. Например, для образования наименования кратной или дольной единицы площади – квадратного метра, представляющей

собой вторую степень единицы длины – метра, приставку присоединяют к наименованию этой последней единицы: квадратный километр, квадратный сантиметр и т. д.

Обозначения кратных и дольных единиц исходной единицы, возведенной в степень, образуют добавлением соответствующего показателя степени к обозначению кратной или дольной единицы исходной единицы, причем показатель означает возведение в степень кратной или дольной единицы (вместе с приставкой).

Примеры

$$15 \text{ km}^2 = 5(10^3 \text{ m})^2 = 5 \cdot 10^6 \text{ m}^2 .$$

$$2250 \text{ cm}^3/\text{s} = 250(10^{-2} \text{ m})^3/\text{s} = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$30,002 \text{ cm}^{-1} = 0,002(10^{-2} \text{ m})^{-1} = 0,002 \cdot 100 \text{ m}^{-1} = 0,2 \text{ m}^{-1}.$$

Выбор десятичной кратной или дольной единицы SI определяется удобством ее применения. Из многообразия кратных и дольных единиц, которые могут быть образованы с помощью приставок, выбирают единицу, позволяющую получать числовые значения, приемлемые на практике.

В принципе кратные и дольные единицы выбирают таким образом, чтобы числовые значения величины находились в диапазоне от 0,1 до 1000.

В некоторых случаях целесообразно применять одну и ту же кратную или дольную единицу, даже если числовые значения выходят за пределы диапазона от 0,1 до 1000, например в таблицах числовых значений для одной величины или при сопоставлении этих значений в одном тексте.

В некоторых областях всегда используют одну и ту же кратную или дольную единицу. Например, в чертежах, применяемых в машиностроении, линейные размеры всегда выражают в миллиметрах.

Для снижения вероятности ошибок при расчетах десятичные кратные и дольные единицы рекомендуется подставлять только в конечный результат, а в процессе вычислений все величины выражать в единицах SI, заменяя приставки степенями числа 10.

1.3.4. Правила написания обозначений единиц

При написании значений величин применяют обозначения единиц буквами или специальными знаками (...°, ...', ..."), причем устанавливают два вида буквенных обозначений: международное (с использованием букв латинского или греческого алфавита) и русское (с использованием букв русского алфавита). Буквенные обозначения единиц печатают прямым шрифтом. В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

Обозначения единиц помещают за числовыми значениями величин и в строку с ними (без переноса на следующую строку). Числовое зна-

чение, представляющее собой дробь с косой чертой, стоящее перед обозначением единицы, заключают в скобки.

Между последней цифрой числа и обозначением единицы оставляют пробел.

Правильно:	Неправильно:
100 kW; 100 кВт;	100kW; 100кВт
80 %;	80%;
20 °С;	20°С;
$(1/60)s^{-1}$.	$1/60/s^{-1}$.

Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой, перед которыми пробел не оставляют.

Правильно:	Неправильно:
20°.	20 °.

При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы помещают за всеми цифрами.

Правильно:	Неправильно:
423,06 m; 423,06 м;	423 m 0,6; 423 м, 06;
5,758° или 5°45,48';	5°758 или 5°45',48;
или 5°45' 28,8".	или 5°45' 28",8.

При указании значений величин с предельными отклонениями числовые значения с предельными отклонениями заключают в скобки и обозначения единиц помещают за скобками или проставляют обозначение единицы за числовым значением величины и за ее предельным отклонением.

Правильно:	Неправильно:
$(100,0\pm 0,1)$ kg; $(100,0\pm 0,1)$ кг	$100,0\pm 0,1$ kg; $100,0\pm 0,1$ кг
50 g ± 1 g; 50 г ± 1 г.	50 ± 1 g; 50 ± 1 г.

Допускается применять обозначения единиц в заголовках граф и в наименованиях строк (боковиках) таблиц.

Пример 1

Номинальный расход, м ³ /h	Верхний предел показаний, м ³	Цена деления крайнего правого ролика, м ³ , не более
40 и 60	100000	0,002
100, 160, 250, 400, 600 и 1000	1000000	0,02
2500, 4000, 6000 и 10000	10000000	0,2

Пример 2

Наименование показателя	Значение при тяговой мощности, kW		
	18	25	37
Габаритные размеры, mm:			
длина	3080	3500	4090
ширина	1430	1685	2395
высота	2190	2745	2770
Колея, mm	1090	1340	1823
Просвет, mm	275	640	345

Допускается применять обозначения единиц в пояснениях обозначений величин к формулам. Помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами или между их числовыми значениями, представленными в буквенной форме, не допускается.

Правильно:

$$v = 3,6 \text{ s} / t,$$

где v – скорость, km/h;

s – путь, m;

t – время, s.

Неправильно:

$$v = 3,6 \text{ s} / t \text{ km/h},$$

где s – путь, m;

t – время, s.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделяют точками на средней линии как знаками умножения. Не допускается использовать для этой цели символ «х».

Правильно:	Неправильно:
N·m; Н·м;	Nm; Нм;
A·m ² ; А·м ²	Am ² ; Ам ² ;
Pa·s; Па·с.	Paс; Пас.

В машинописных текстах допускается точку не поднимать.

Допускается буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделять пробелами, если это не вызывает недоразумения.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления используют только одну косую или горизонтальную черту. Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени (положительные и отрицательные).

Если для одной из единиц, входящих в отношение, установлено обозначение в виде отрицательной степени (например, s⁻¹, m⁻¹, K⁻¹, с⁻¹, м⁻¹, К⁻¹), применять косую или горизонтальную черту не допускается.

Правильно:	Неправильно:
W·m ⁻² ·K ⁻¹ ; Вт·м ⁻² ·К ⁻¹ ;	W/m ² /K; Вт/м ² /К;
$\frac{W}{m^2 \cdot K}$; $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\frac{W}{\frac{m^2}{K}}$; $\frac{Вт}{\frac{м^2}{К}}$

При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе помещают в строку, произведение обозначений единиц в знаменателе заключают в скобки.

Правильно:	Неправильно:
m/s; м/с;	$\frac{m}{/s}$; $\frac{м}{/с}$;
W/(m·K); Вт/(м·К).	W/m·K; Вт/м·К.

При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, т. е. для одних единиц указывать обозначения, а для других – наименования.

Правильно:	Неправильно:
80 км/ч;	80 км/час;
80 километров в час.	80 м в час.

1.3.5. Перевод внесистемных единиц в единицы измерения физических величин

Для того чтобы научиться быстрее переводить внесистемные единицы в единицы измерения физических величин, необходимо **запомнить несколько шагов:**

1) выясните, из каких в какие единицы осуществляется перевод (запомните: если из больших в меньшие выполняется умножение, а если из меньших в большие – деление);

2) устанавливаем соотношение между величинами от большего к меньшему (для квадратных и кубических величин – возводим в соответствующую степень), запомните:

1 км = 1000 м	1 м = 100 см	1 т = 1000 кг	1 ч = 60 мин
1 км = 10000 дм	1 м = 1000 мм	1 кг = 1000 г	1 ч = 3600 с
1 км = 100000 см	1 дм = 10 см	1 кг = 1000000 мг	1 мин = 60 с
1 км = 1000000 мм	1 дм = 100 мм	1 г = 1000 мг	
1 м = 10 дм	1 см = 10 мм	1 л = 1 дм ³	

Пример 1. Переведите в секунды 15 мин.

Применяем правило 1 – переводим из больших в меньшие, значит надо выполнить умножение.

Применяем правило 2 – устанавливаем соотношение между минутой и секундой (60).

Соединяем первое и второе правила – умножаем наше число на соотношение и получим 900, то есть 15 мин = 900 с.

Пример 2. Переведите в квадратные миллиметры 25 см².

Применяем правило 1 – переводим из больших в меньшие, значит надо выполнить умножение.

Применяем правило 2 – устанавливаем соотношение между сантиметром и миллиметром (10) и возводим в квадрат (100).

Соединяем первое и второе правила – умножаем наше число на соотношение и получим 2500, то есть $25 \text{ см}^2 = 2500 \text{ мм}^2$

Пример 3. Переведите в метры в секунду 36 км/ч.

Работаем по тем же правилам и выполняем перевод одновременно в числителе и знаменателе.

$$36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{36 \cdot 1000 \text{ м}}{1 \cdot 3600 \text{ с}} = \frac{36000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

1.4. Доверительная вероятность и доверительный интервал

Точечные оценки распределения дают оценку в виде числа, наиболее близкого к значению неизвестного параметра. Такие оценки используют только при большом числе измерений. Чем меньше объем выборки, тем легче допустить ошибку при выборе параметра. Для практики важно не только получить точечную оценку, но и определить интервал, называемый **доверительным**, между границами которого с заданной **доверительной вероятностью** находится истинное значение оцениваемого параметра.

Для получения доверительного интервала величины необходимо:

- определить точечные оценки по формулам

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}};$$

- выбрать доверительную вероятность P из рекомендуемого ряда значений 0,90; 0,95; 0,99 (если не указана в задаче);
- найти верхнюю $x_{\text{в}}$ и нижнюю $x_{\text{н}}$ границы по формулам:

$$x_{\text{в}} = \bar{x} + t_P \cdot S_{\bar{x}}, x_{\text{н}} = \bar{x} - t_P \cdot S_{\bar{x}};$$

- записать доверительный интервал

$$x_{\text{н}} < x < x_{\text{в}}, P.$$

Пример 1. При многократном измерении длины L были получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью $P = 0,98$ ($t_p = 3,143$).

Решение

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 30,1 \text{ мм};$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{7-1} 0,39} = 0,255 \text{ мм};$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \frac{0,255}{\sqrt{7}} = 0,0964 \text{ мм};$$

$$x_B = \bar{x} + t_P \cdot S_{\bar{x}} = 30,1 + 3,143 \cdot 0,0964 = 30,403 \text{ мм};$$

$$x_H = \bar{x} - t_P \cdot S_{\bar{x}} = 30,1 - 3,143 \cdot 0,0964 = 29,797 \text{ мм};$$

$$29,8 \text{ мм} < x < 30,4 \text{ мм}, P=0,98.$$

Пример 2. Запишите результат измерений и определите его точность: $t = 29,7564 \text{ с}$, $\Delta = \pm 0,0172 \text{ с}$.

Решение:

При решении необходимо округлить погрешность измерения, согласовать ее с измеренным значением по правилам, приведенным в приложении Д. Затем необходимо определить точность измерения, которую показывает относительная погрешность – $\delta = \frac{\Delta}{x_{\text{изм}}} \cdot 100\%$.

$$t = (29,756 \pm 0,017) \text{ с}; \quad \delta = \frac{\Delta}{x_{\text{изм}}} \cdot 100\% = \frac{0,017}{29,756} \cdot 100\% = 0,057\%.$$

1.5. Литература

1. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин
2. МИ 1317-2004. Методические указания. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы предоставления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
3. РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
4. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: учебное пособие для вузов. –М.: Логос, 2001.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2 КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Цели

- - изучить обозначения классов точности средств измерений, правила установления пределов допускаемых погрешностей показаний по классам точности средств измерений, правила суммирования систематических погрешностей.
- - научиться определять пределы допускаемых абсолютных, относительных и приведенных погрешностей на основании классов точности средств измерений.

2.2. Классы точности средств измерений

Единые правила установления пределов допускаемых погрешностей показаний по классам точности средств измерений регламентирует ГОСТ 8.401-80 «ГСИ. Классы точности средств измерений».

Класс точности средств измерений – обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими свойствами средств измерений, влияющими на их точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды средств измерений. Классы точности присваиваются средствам измерений при их разработке с учетом результатов государственных приемочных испытаний. Класс точности хотя и характеризует совокупность метрологических свойств данного средства измерений, однако не определяет однозначно точность измерений, так как последняя зависит от метода измерений и условий их выполнения.

Средствам измерений с двумя или более диапазонами измерений одной и той же физической величины допускается присваивать два или более класса точности. Средствам измерений, предназначенным для измерений двух или более физических величин, допускается присваивать различные классы точности для каждой измеряемой величины. С целью ограничения номенклатуры средств измерений по точности для СИ конкретного вида устанавливают ограниченное число классов точности, определяемое технико-экономическими обоснованиями.

Классы точности цифровых измерительных приборов со встроенными вычислительными устройствами для дополнительной обработки результатов измерений устанавливают без учета режима обработки.

2.3. Способы нормирования и формы выражения метрологических характеристик

Пределы допускаемых основной и дополнительных погрешностей следует выражать в форме **приведенных, относительных** или **абсолютных погрешностей** в зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений, а также от условий применения и назначения средств измерений конкретного вида. Пределы допускаемой дополнительной погрешности допускается выражать в форме, отличной от формы выражения пределов допускаемой основной погрешности.

2.4. Обозначение классов точности средств измерений в документации

Для средств измерений пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме абсолютных погрешностей или относительных погрешностей, причем последние установлены в виде графика, таблицы или формулы, классы точности в документации обозначаются прописными буквами латинского алфавита или римскими цифрами.

В необходимых случаях к обозначению класса точности буквами латинского алфавита добавляют индексы в виде арабской цифры. Классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, соответствуют буквы, находящиеся ближе к началу алфавита, или цифры, означающие меньшие числа.

Для средств измерений пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме приведенной погрешности или относительной погрешности в соответствии с формулой $\delta = \Delta / x = \pm q$, классы точности в документации следует обозначаются числами, которые равны этим пределам погрешности, выраженными в процентах. Обозначение класса точности, таким образом, дает непосредственное указание на предел допускаемой основной погрешности.

Для средств измерений, пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме относительных погрешностей в соответствии с формулой $\delta = \pm \left[c + d \left(\frac{X_N}{X_{изм}} \right) - 1 \right]$, классы точности в документации обозначаются числами c и d , разделенных косой чертой (c/d).

В документации на средства измерений допускается обозначать классы точности так же, как на средствах измерений. В эксплуатационной документации на средство измерений конкретного вида, содержащей обозначение класса точности, содержится ссылка на стандарт или технические условия, в которых установлен класс точности этого средства измерений.

2.5. Обозначение классов точности на средствах измерений

Условные обозначения классов точности наносятся на циферблаты, щитки и корпуса средств измерений.

При указании классов точности на измерительных приборах с существенно неравномерной шкалой, для информации, дополнительно указываются пределы допускаемой основной относительной погрешности для части шкалы, лежащей в пределах, отмеченных специальными знаками (например, точками или треугольниками). К значению предела допускаемой относительной погрешности в этом случае добавляют знак процента и помещают в кружок. Обращаем ваше внимание на то, что этот знак не является обозначением класса точности.

Обозначение класса точности допускается не наносить на высокоточные меры, а также на средства измерений, для которых действующими стандартами установлены особые внешние признаки, зависящие от класса точности, например параллелепипедная и шестигранная форма гирь общего назначения.

За исключением технически обоснованных случаев, вместе с условным обозначением класса точности на циферблат, щиток или корпус средств измерений наносится обозначение стандарта или технических условий, устанавливающих технические требования к этим средствам измерений.

На средства измерений, для одного и того же класса точности которых в зависимости от условий эксплуатации установлены различные рабочие области влияющих величин, наносятся обозначения условий их эксплуатации, предусмотренные в стандартах или технических условиях на эти средства измерений. Обозначения классов точности на средствах измерений приведены в приложении Б.

Пример 1. Класс точности выражен числом в кружке 1,

Это означает, что относительная погрешность измерения для любого измеренного значения в пределах шкалы равна 1,5 %. Учитывая формулу относительной погрешности

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{изм}}} \Delta 100 \%,$$

можно легко вычислить абсолютную погрешность. Для нашего примера:

$$\Delta x = \frac{x_{\text{изм}} \Delta 1,5 \%}{100 \%} = 0,015 x_{\text{изм}},$$

где $x_{\text{изм}}$ – измеренное значение физической величины.

Абсолютная погрешность здесь минимальна около нуля и максимальна около предельного значения диапазона измерения.

Пример 2. Класс точности выражен числом без кружка, например, 0,5. Это означает, что приведенная погрешность средства измерения равна $\gamma = 0,5 \%$. Тогда абсолютную погрешность можно определить из формулы расчета приведенной погрешности:

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} \cdot 100\%.$$

Найдем абсолютную погрешность:

$$\Delta x = \frac{x_N \cdot 0,5 \%}{100 \%} = 0,005x_N,$$

где x_N – верхний предел диапазона измерения.

Пример 3. Класс точности выражен дробью c/d , например, 0,02/0,01. Здесь относительная погрешность определяется двучленной формулой:

$$\delta = \left[c + d \left(\frac{x_N}{x_{\text{изм}}} \right) - 1 \right] \%.$$

В нашем случае:

$$\delta = \left[0,02 + 0,01 \left(\frac{x_N}{x_{\text{изм}}} - 1 \right) \right] \%.$$

После вычисления относительной погрешности легко определяется абсолютная погрешность, как показано в примере 1.

Пример 4. В зависимости от типа средств измерений электрических величин относительная погрешность измерений может выражаться и другими формулами. Например, относительная погрешность некоторых типов вольтметров может быть выражена формулой:

$$\delta = \left(f + e \frac{R_N}{R_{\text{изм}}} \right) \%,$$

где f и e – константы, числовые значения которых приводятся в технической или нормативной документации на это СИ.

Пример 5. Для СИ линейных размеров, углов, температур, массы и ряда других величин классы точности выражаются числами 00, 0, 1, 2, 3. Здесь следует обратиться к НД или ТД на данный тип СИ, где указаны формы выражения погрешностей, такие как

$$\Delta x = a, \quad \Delta x = ax, \quad \Delta x = a + bx.$$

И даны конкретные значения допускаемых погрешностей для данного средства измерения в соответствии с его классом точности и значения констант a и b .

Пример 6. Точность СИ может выражаться в ppm. **Миллионная доля (пропромилле)** – единица измерения каких-либо относительных величин, равная $1 \cdot 10^{-6}$ от базового показателя. Аналогична по смыслу проценту или промилле. Обозначается сокращением **ppm** (от англ. *parts per million* или лат. *pro pro mille*, читается «пи-пи-эм», «частей на миллион»), млн^{-1} или.

$$1 \text{ ppm} = 0,001 \% = 0,0001 \% = 0,000001 = 10^{-6}.$$

$$\text{Например, } 50 \text{ ppm} = 0,005 \%.$$

Рассмотрим несколько примеров расчета погрешностей.

Пример 7. Милливольтметром ВЗ-38 измерялось напряжение переменного тока. В нормальных условиях получены следующие значения:

а) на поддиапазоне (0–300) мВ: $U = 100, 200, 300 \text{ мВ};$

б) на поддиапазоне (0–300) В: $U = 100, 200, 300 \text{ В}.$

Оценить погрешности измеренных значений напряжений.

Решение

Предел допускаемой основной погрешности от конечного значения установленного поддиапазона измерений равен $\pm 2,5 \%$ на поддиапазоне измерений от 1 до 300 мВ и 4% на поддиапазоне измерений от 1 до 300 В.

Приведенная и абсолютная погрешности в случае а) будут иметь следующие значения:

$$\gamma = \pm 2,5 \% = \pm \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100 \%,$$

$$\Delta U = \pm \frac{2,5 \% \cdot 300 \text{ мВ}}{100 \%} = \pm 7,5 \text{ мВ}$$

Приведенная и абсолютная погрешности в случае б) будут иметь следующие значения:

$$\gamma = \pm 4 \% = \pm \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100 \%,$$

$$\Delta U = \pm \frac{4 \% \cdot 300 \text{ В}}{100 \%} = \pm 12 \text{ В}.$$

Пример 8: Универсальным вольтметром В7-17 измерено активное сопротивление цепи при времени преобразования 20 мс на поддиапазоне измерения (0–100) кОм. Получено значение измеренного сопротивления $R = 50 \text{ кОм}$. Оценить погрешность измерения.

Решение

Из технического описания на В7-17 находим, что формула, выражающая относительную погрешность измерения сопротивления имеет следующий вид:

$$\delta = \left(0,2 + 0,02 \frac{R_N}{R_{\text{изм}}} \right) \%,$$

тогда:

$$\delta = \frac{R_N}{R_{\text{изм}}} \cdot 100 \% = \pm \left(0,2 + 0,02 \frac{100 \text{ Ом}}{50 \text{ Ом}} \right) \% = \pm 0,24 \%,$$

$$\Delta R = \pm \frac{50 \text{ кОм} \cdot 0,24 \%}{100 \%} = \pm 0,12 \text{ кОм}.$$

Пример 9. Имеется низкочастотный генератор сигналов ГЗ-36, на выходе которого установлена частота 50 Гц. Оценить погрешность установки частоты.

Решение.

Из технической документации на генератор находим, что основная погрешность установки частоты F данного генератора определяется по формуле:

$$\Delta F = \pm (0,03F + 1,5) \text{ Гц}.$$

И для установленной частоты равняется:

$$\Delta F = \pm (0,03 \cdot 50 + 1,5) \text{ Гц} = \pm 3 \text{ Гц}.$$

2.6. Суммирование систематических погрешностей прямых измерений

Систематическая погрешность прямых измерений может представлять результат суммирования нескольких погрешностей. Источники таких погрешностей могут быть самые разнообразные. Например, это может быть погрешность, обусловленная классом точности СИ, погрешности установочных мер, погрешности влияния внешних условий, погрешность метода измерения, табличная погрешность, погрешность параллакса, округления результатов вычисления и т. д.

Обозначим эти погрешности через:

$$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n.$$

Принято считать, что систематические погрешности θ_i распределены, как правило, по равномерному закону внутри своих интервалов $[-\theta_i; +\theta_i]$.

Знаки θ_i и их значения можно рассматривать как случайные величины, тогда суммарная погрешность измерения при отсутствии корреляции между θ_i оценивается по формуле:

$$\theta = \pm k \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \dots + \theta_n^2} = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^n \theta_i^2},$$

где k – коэффициент, соответствующий выбранной доверительной вероятности.

Коэффициент k , как показывают расчеты, зависит от числа n погрешностей θ_i и от соотношения c их величин. Значение c определяется следующим образом: среди всех составляющих погрешностей выбирается наибольшая по модулю и ближайшая к ней, а затем вычисляется значение c как отношение первой ко второй, после чего значение k находится по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Значения коэффициентов k

c	$\alpha = 0,90$			$\alpha = 0,95$			$\alpha = 0,99$		
	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$
1	0,967	0,958	0,946	1,101	1,120	1,120	1,276	1,376	1,410
2	0,942	0,945	0,945	1,054	1,086	1,096	1,215	1,313	1,360
3	0,918	0,926	0,935	1,019	1,046	1,062	1,157	1,283	1,284
4	0,906	0,912	0,918	0,996	1,017	1,032	1,116	1,182	1,223
5	0,900	0,905	0,911	0,982	0,997	1,012	1,089	1,143	1,179

Расчет суммарной погрешности θ можно проводить и без учета числа составляющих θ_i . При этом при доверительных вероятностях:

$$\alpha = 0,90; \alpha = 0,95; \alpha = 0,99.$$

используются соответственно коэффициенты:

$$k = 1; k = 1,1; k = 1,4.$$

Суммарная погрешность здесь может получиться несколько завышенной. Что для большинства практических задач несущественно.

Можно встретить и другие рекомендации оценивания суммарной погрешности. Так, оценка сверху погрешности результата измерения может быть представлена простым суммированием модулей составляющих:

$$\theta = \sum_{i=1}^n \theta_i.$$

Для оценки суммарной погрешности измерения простое суммирование модулей составляющих считается более целесообразным, когда

число суммируемых погрешностей $n \leq 3$, поскольку в этом случае вероятность того, что все составляющие погрешности имеют одинаковые знаки, существенно выше, чем в случае, когда $n > 3$.

Пример 10. Два резистора с сопротивлениями $R_1 = 50 \text{ Ом}$ и три с сопротивлениями $R_2 = 100 \text{ Ом}$ соединены последовательно, причем их систематические погрешности равны $\Delta R_1 = \pm 1 \text{ Ом}$ и $\Delta R_2 = \pm 2 \text{ Ом}$. Определить сопротивление цепи и его погрешность.

Решение

Общее сопротивление вычисляется по формуле:

$$R = 2R_1 + 3R_2,$$

$$R = 2 \cdot 50 + 3 \cdot 100 = 400 \text{ Ом}.$$

При вычислении суммарной погрешности нужно иметь в виду следующее: если есть уверенность, что знаки погрешностей сопротивлений R_1 одинаковы и знаки погрешностей сопротивлений R_2 также одинаковы, то можно использовать суммирование модулей составляющих погрешностей, поскольку их по существу только две:

$$\Delta R = 2\Delta R_1 + 3\Delta R_2 = \pm 8 \text{ Ом}.$$

Но если такой уверенности нет, то целесообразнее применить геометрическое суммирование, например при вероятности 0,95. Тогда:

$$\Delta R = \pm 1,1 \sqrt{2 \cdot \Delta R_1^2 + 3 \cdot \Delta R_2^2} = \pm 1,1 \sqrt{14} = \pm 4,1 \approx 4 \text{ Ом}.$$

Результат измерения в случае суммирования модулей погрешностей запишется:

$$R = 400 \text{ Ом}, \quad \Delta R = \pm 8 \text{ Ом}.$$

Если суммирование погрешностей геометрическое, то $R = 400 \text{ Ом}$, $\Delta R = \pm 4 \text{ Ом}$ при $\alpha = 0,95$.

2.7. Литература

1. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.
2. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Цель

- изучить основные понятия концепции неопределенности, методы оценивания неопределенности результатов измерений,
- научиться выявлять источники возникновения неопределенностей измерений, оценивать неопределенности результатов прямых и косвенных измерений и представлять результат измерения.

3.2. Основные положения концепции неопределенности измерений

Неопределенность измерений – неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании используемой информации.

Неопределенности измерений, также как и погрешности измерений, могут быть классифицированы по различным признакам: по месту (источнику) их проявления на методические, инструментальные и субъективные; по их проявлению на случайные, систематические и грубые; на абсолютные и относительные по способу их выражения.

По характеру проявления неопределенности измерений делятся на два типа: неопределенности по типу А и по типу В.

- неопределенность по типу А статистическими методами;
- неопределенность по типу В оценивают нестатистическими методами;

При этом предлагается два метода оценивания неопределенностей А и В:

- для неопределенности типа А – использование известных статистических оценок среднеарифметического и среднеквадратического, используя результаты измерений и опираясь, в основном, на нормальный закон распределения полученных величин;
- для неопределенности типа В – использование априорной нестатистической информации, опираясь, в основном, на равномерный закон распределения возможных значений величин в определенных границах.

Таким образом, подчеркнем еще раз: деление на систематические и случайные погрешности обусловлено природой их возникновения и проявления в ходе выполнения измерений, а деление на неопределенности, вычисляемые по типу А и по типу В – методами их получения и использования при расчете общей неопределенности.

В Руководстве используются новые термины, которые отсутствуют в РМГ 29-99:

Стандартная неопределенность – неопределенность, выраженная в виде стандартного отклонения.

Расширенная неопределенность – величина, задающая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, как ожидается, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могут быть приписаны измеряемой величине.

Расширенная неопределенность является аналогом доверительных границ погрешностей измерений. Причем каждому значению расширенной неопределенности соответствует вероятность охвата P .

Вероятность охвата – вероятность, которой, по мнению оператора, соответствует расширенная неопределенность результата измерений. Вероятность охвата определяется с учетом вероятностного закона распределения неопределенности и аналогом ее в классической теории является доверительная вероятность.

Коэффициент охвата – коэффициент, зависящий от вида распределения неопределенности результата измерений и вероятности охвата и численно равный отношению расширенной неопределенности, соответствующей заданной вероятности охвата, к стандартной неопределенности.

Число степеней свободы – параметр, статистического распределения, равный числу независимых связей оцениваемой статистической выборки.

В табл. 3.1, приведенной ниже, даны соответствия между терминами, используемыми в классической теории погрешностей и концепции неопределенности.

Таблица 3.1

Классическая теория погрешности	Концепция неопределенности
Погрешность результата измерения	Неопределенность результата измерения
Случайная погрешность	Неопределенность, оцениваемая по типу А
Неисключенная погрешность	Неопределенность, оцениваемая по типу В
Среднеквадратическое отклонение погрешности результата измерений	Стандартная неопределенность результата измерения
Доверительные границы результатов измерения	Расширенная неопределенность результата измерения
Доверительная вероятность	Вероятность охвата (покрытия)
Коэффициент (квантиль) распределения погрешности	Коэффициент охвата (покрытия)

3.3. Методика оценивания результата измерений и его неопределенности

Оценивание результата измерений и его неопределенности проводится в следующей последовательности:

- составление уравнения измерений;
- оценка входных величин и их стандартных отклонений (неопределенностей);
- оценка измеряемой (выходной) величины и ее неопределенности;
- составление бюджета неопределенности;
- оценка расширенной неопределенности результата измерений;
- представление результата измерений.

3.3.1. Составление уравнения измерения

В концепции неопределенности под уравнением измерения понимается математическая зависимость между измеряемыми величинами X_1, X_2, \dots, X_k , а также другими величинами, влияющими на результат измерения $X_{k+1}, X_{k+2}, \dots, X_m$, и результатом измерения Y

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k, X_{k+1}, X_{k+2}, \dots, X_m). \quad (3.1)$$

В концепции неопределенности величины X_1, X_2, \dots, X_m называются входными величинами, используемые для оценивания неопределенности результата измерения, а результат измерения Y – выходной величиной измерения.

В качестве основы для составления уравнения измерения используется уравнение связи (в классическом понимании), то есть зависимость $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$. Далее в результате анализа условий измерений и используемых СИ, устанавливаются другие факторы, влияющие на результат измерений. При этом величины $X_{k+1}, X_{k+2}, \dots, X_m$, описывающие эти факторы, включают в уравнение (3.1), даже если они незначительно могут повлиять на результат Y . Задача оператора – по возможности наиболее полно учесть все факторы, влияющие на результат измерения.

3.3.2. Оценка входных величин и их стандартных отклонений (неопределенностей)

Пусть имеются результаты n_i измерений входной величины X_i , где $i = 1 \dots m$. Как известно, при нормальном распределении наилучшей оценкой этой величины является среднее арифметическое

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{q=1}^{n_i} x_{iq}. \quad (3.2)$$

Стандартную неопределенность типа А определяют как средне-квадратическое отклонение по формуле

$$u_A(x_i) = u_A(\bar{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}. \quad (3.3)$$

Для вычисления стандартной неопределенности по типу В используют:

- данные о предыдущих измерениях величин, входящих в уравнение измерения;
- сведения, имеющиеся в метрологических документах по поверки, калибровки и сведения изготовителя о приборе;
- сведения о предполагаемом вероятностном распределении значений величин, имеющихся в научно-технических отчетах и литературных источниках;
- данные, основанные на опыте исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих (подобных) СИ и материалов;
- неопределенность используемых констант и справочных данных;
- нормы точности измерений, указанные в технической документации на методы и СИ;
- другие сведения об источниках неопределенностей, влияющих на результат измерения.

Неопределенности этих данных обычно представляют в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. Наиболее распространенный способ формализации неполного знания о значении величины заключается в постулировании равномерного закона распределения возможных значений этой величины в указанных границах (нижней b_{i-} и верхней b_{i+}) для i -й входной величины. При этом стандартную неопределенность по типу В определяют по известной формуле для среднеквадратического отклонения результатов измерений, имеющих равномерный закон распределения:

$$u_B(x_i) = \frac{b_{i+} - b_{i-}}{2\sqrt{3}}, \quad (3.4)$$

а для симметричных границ $|b_{i+}| = |b_{i-}| = b_i$, по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{b_i}{\sqrt{3}}. \quad (3.5)$$

В случае других законов распределений формулы для вычисления неопределенности по типу В будут другие. В частности, если известно одно значение величины X_i , то это значение принимается в качестве оценки. При этом стандартную неопределенность вычисляют по формуле

$$u_B(x_i) = \frac{U_p}{k}, \quad (3.6)$$

где U_p – расширенная неопределенность, k – коэффициент охвата.

Если коэффициент охвата не указан, то, с учетом имеющихся сведений, принимают предположение о вероятностном распределении неопределенности величины X_i . Если такие сведения отсутствуют, то для определения коэффициента охвата можно воспользоваться данными табл. 3.2 [1,3].

Таблица 3.2

Предполагаемое распределение неопределенности входной величины	Вероятность охвата P , которой соответствует $U(x_i)$	Коэффициент охвата k
Равномерное распределение	0,99–1,0	1,71–1,73
	0,95	1,65
Нормальное распределение	1,0 (предел допускаемых значений)	3
	0,997	3
	0,99	2,6
	0,95	2
Неизвестное распределение		2

Если известны граница суммы неисключенных систематических погрешностей, распределенных по равномерному (равновероятному) закону $\theta(P)$ или расширенная неопределенность в терминах концепции неопределенности U_p , то коэффициенты охвата при числе неисключенных систематических погрешностей $m > 4$, зависит от доверительной вероятности. Коэффициент охвата $k = 1,1$ при $P = 0,95$; $k = 1,4$ при $P = 0,99$ [1,3].

Неопределенности входных величин могут быть коррелированы. Для вычисления коэффициента корреляции $r(x_i, x_j)$ используют согласованные пары результатов измерений (x_{iw}, x_{jw}) , где $w = 1, 2, \dots, n_{ij}$; n_{ij} – число согласованных пар результатов измерений (x_{iw}, x_{jw}) . Вычисления проводят по известной формуле из статистики и теории вероятности

$$r(x_i, x_j) = \frac{\sum_{w=1}^{n_{ij}} (x_{iw} - \bar{x}_i)(x_{jw} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{w=1}^{n_{ij}} (x_{iw} - \bar{x}_i)^2 \sum_{w=1}^{n_{ij}} (x_{jw} - \bar{x}_j)^2}}. \quad (3.7)$$

Значимость коэффициента корреляции определяется критерием отсутствия или наличия связи между аргументами [3].

3.3.3. Оценка измеряемой (выходной) величины и ее неопределенности

Оценку измеряемой величины y вычисляют как функцию оценок входных величин X_1, X_2, \dots, X_m , по формуле (3.1), предварительно внося на все источники неопределенности, имеющие систематический характер, – поправки.

Вычисление суммарной неопределенности выходной величины проводят по тем же формулам, которые используются для расчета погрешностей косвенных измерений в классической концепции погрешности измерений.

В случае некоррелированных оценок входных величин, суммарную стандартную неопределенность $u_c(y)$ вычисляют по формуле

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)} \quad (3.8)$$

и в случае коррелированных оценок – по формуле

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_j} \cdot r(x_i, x_j) u(x_i) u(x_j)}, \quad (3.9)$$

где $r(x_i, x_j)$ – коэффициент корреляции; $u(x_i)$ – стандартная неопределенность i – входной величины, вычисленная по типу А или типу В; $\partial f / \partial x_i$ – коэффициенты чувствительности выходной величины по отношению ко входной величине x_i .

3.3.4. Составление бюджета неопределенности

Под бюджетом неопределенности понимается формализованное представление полного перечня источников неопределенности измерений по каждой входной величине с указанием их стандартной неопределенности и вклада их в суммарную стандартную неопределенность результата измерений. В табл. 3.3 приведена рекомендуемая форма представления бюджета неопределенности.

Таблица 3.3

Входная величина	Оценка входной величины	Стандартная неопределенность	Тип оценивания, закон распределения	Коэффициент чувствительности	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
X_1	x_1	$u(x_1)$	А или В	$\partial f / \partial x_1$	$u_1(y) = \partial f / \partial x_1 \cdot u(x_1)$
X_2	x_1	$u(x_2)$	А или В	$\partial f / \partial x_2$	$u_2(y) = \partial f / \partial x_2 \cdot u(x_2)$
...
X_m	x_1	$u(x_m)$	А или В	$\partial f / \partial x_m$	$u_m(y) = \partial f / \partial x_m \cdot u(x_m)$
Y	$y = f(x_i)$	$u(y)$			$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m u_i^2(y)}$

3.3.5. Оценка расширенной неопределенности результата измерений

Расширенная неопределенность равна произведению стандартной неопределенности $u(y)$ результата измерений на коэффициент охвата k :

$$U(y) = k u(y). \quad (3.10)$$

Руководство по неопределенности [1] рекомендует рассматривать все результаты измерений при доверительной вероятности (вероятности охвата) $P = 0,95$. При этой вероятности преимущественно определять число степеней свободы по эмпирической формуле Велча-Саттерстейта

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^m \frac{u^4(x_i)}{v_i} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^4}. \quad (3.11)$$

При этом коэффициент охвата определяется при вероятности $P = 0,95$ по формуле

$$k = t_{P=0,95}(v_{eff}), \quad (3.12)$$

где t_p – коэффициент Стьюдента (см. таблицу Г.1 приложение Г).

Формулу для оценки суммарной стандартной неопределенности (3.8) можно записать в более простом виде

$$u_c(y) = \sqrt{u_A^2(y) + u_B^2(y)}, \quad (3.12)$$

так же как и формулу (3.11) для определения числа степеней свободы

$$v_{eff} = f_{eff} \cdot \left[1 + \frac{u_B^2(y)}{u_A^2(y)} \right]^2, \quad (3.13)$$

где $f_{eff} = n - 1$ – число степеней свободы при прямых измерениях входной величины; n – число измерений; $u_A(y), u_B(y)$ – оценка стандартных неопределенностей, вычисленных по типу А и по типу В, соответственно.

При оценке вклада неопределенности (см. формулу 3.11) по типу А принимают $v_i = n_i - 1$, по типу В $v_i = \infty$. При этих условиях легко показать из формулы (3.11), что, если по типу А оценивается неопределенность только одной входной величины, то формула (3.11) упрощается

$$v_{eff} = (n_A - 1) \cdot \frac{u^4(y)}{u_A^4(y)}, \quad (3.14)$$

где n_A – число повторных измерений входной величины, оцениваемой по типу А.

3.3.6. Представление результата измерений

При представлении результатов измерений Руководство рекомендует приводить достаточное количество информации, чтобы можно было проанализировать и/или повторить весь процесс получения результата измерений и вычисления неопределенностей, а именно:

- алгоритм получения результата измерений;
- алгоритм расчета всех поправок для исключения систематических погрешностей и их неопределенностей;
- неопределенности всех используемых данных и способы их получения;
- алгоритмы вычисления суммарной и расширенной неопределенностей, включая значение коэффициента охвата k .

Таким образом, в документации по результатам измерений необходимо представлять:

u_c – суммарную неопределенность;

U_p – расширенную неопределенность;

k – коэффициент охвата;

u_i – данные о входных величинах;

ν_{eff} – эффективное число степеней свободы.

В протоколе измерений, как правило, делается следующая запись, если результатом измерения является длина детали: «Длина детали составляет 153,2 мм. Расширенная неопределенность результата измерений составляет $\pm 1,4$ мм при коэффициенте охвата равном 2» или «измерения показали, что длина детали находится в интервале (151,8–154,6) мм при коэффициенте, равном 2». По умолчанию предполагается, что эти результаты соответствуют вероятности охвата 0,95.

Пример 1. Прямые однократные измерения

Производится измерение напряжения постоянного тока с помощью вольтметра В7-37. Показания вольтметра $V_x = 1,347$ В. Необходимо определить результат измерения и оценить неопределенность измерения напряжения.

Спецификация измерений:

- измерения производятся в лабораторных условиях при температуре окружающего воздуха $+25$ °С;
- напряжение измеряется на выходе источника с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением; предел измерения прибора – 2 В;
- температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- предел дополнительной погрешности прибора, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах рабочей области температуры, не более предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры;

- степень квантования прибора составляет цену единицы младшего разряда;
- предел основной относительной погрешности прибора при измерении постоянного напряжения на поддиапазонах 0,2 и 2 В равен значениям, вычисляемым по формуле:

$$\delta = \pm \left[0,25 + 0,2 \left(\frac{V_N}{V_x} - 1 \right) \right], \%$$

где V_N – значение установленного поддиапазона измерения, В; V_x – показание прибора, В.

Оценивание неопределенности измерений

1. Составление модельного уравнения

$$V = V_x.$$

2. Оценивание входных величин, вычисление оценки результата измерения

$$V = V_x = 1,347 \text{ В.}$$

3. Определение стандартных неопределенностей входных величин

Стандартная основная неопределенность по типу B измерения вычисляется через выражение для основной относительной погрешности δ в предположении о равновероятном распределении погрешности внутри границ. Поскольку границы относительной погрешности равны

$$\delta = \pm \left[0,25 + 0,2 \left(\frac{V_N}{V_x} - 1 \right) \right] = \pm \left[0,25 + 0,2 \left(\frac{2}{1,347} - 1 \right) \right] = 0,347 \%,$$

то границы абсолютной погрешности определяются как

$$\Delta = \frac{\delta \cdot V_x}{100} = \frac{\pm 0,347 \cdot 1,347}{100} = \pm 0,00467 \text{ В.}$$

Отсюда можно рассчитать основную неопределенность измерений:

$$u_B(\Delta) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{0,00467}{\sqrt{3}} = 0,0027 \text{ В.}$$

Стандартная неопределенность по типу B , обусловленная отклонением температуры от нормальной ($20 \text{ }^\circ\text{C}$).

Поскольку измерения производились в лабораторных условиях при температуре $+25 \text{ }^\circ\text{C}$, а предел дополнительной погрешности прибора, вызванной изменением температуры окружающего возду-

ха от нормальной до любой в пределах рабочей области температуры, составляет не более предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры, то есть $\Delta_t = \frac{25-20}{10} \Delta = \frac{5}{10} 0,00467 = 0,002335$ В, то дополнительная температурная неопределенность будет равна

$$u_B(\Delta_t) = \frac{\Delta_t}{\sqrt{3}} = \frac{0,002335}{\sqrt{3}} = 0,00135 \text{ В.}$$

Стандартная неопределенность по типу *B* квантования измеряемого напряжения равна границе погрешности квантования $\Delta_{\text{кв}} = \frac{0,001}{2} = 0,00029$ В, деленной на коэффициент охвата для равномерного закона распределения

$$u_B(\Delta_{\text{кв}}) = \frac{\Delta_{\text{кв}}}{\sqrt{3}} = \frac{0,0005}{\sqrt{3}} = 0,00029 \text{ В.}$$

Все входные величины независимы, поэтому корреляция между ними отсутствует.

4. Составление бюджета неопределенности

Бюджет неопределенности измерения напряжения

Входные величины	Оценки входных величин	Станд. неопределенность	Число степеней свободы	Распределение вероятностей	Коэффициенты чувствительности	Вклад неопределенности
V_x	1,347 В	–	–	–	–	–
Δ	0	0,0027 В	∞	Равномерный	1	
Δ_t	0	0,00135 В	∞	Равномерный	1	
$\Delta_{\text{кв}}$	0	0,00029 В	∞	Равномерный	1	
Выходная величина, В	Оценка выходной величины	Суммарная станд. неопределенность	Эффективное число степеней свободы	Уровень доверия	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность
V	1,347 В	0,00303 В	∞	$P=0,95$		$3,23 \cdot 10^{-3}$ В

5. Вычисление суммарной стандартной неопределенности

Суммарная стандартная неопределенность вычисляется через вклады неопределенности входных величин по формуле:

$$u_c(V) = \sqrt{u_{\Delta}^2(V) + u_{\Delta_t}^2(V) + u_{\Delta_{\text{кв}}}^2(V)}$$

$$u_c(V) = \sqrt{0,0027^2 + 0,00135^2 + 0,00029^2} = 0,00303 \text{ В.}$$

6. Определение коэффициента охвата

Все три составляющие неопределенности распределены по равномерному закону, поэтому их композиция распределена по нормальному закону. Коэффициент охвата в этом случае соответствует коэффициенту охвата для нормального закона и доверительной вероятности $P = 0,95$ $t_p = 1,96$.

7. Вычисление расширенной неопределенности

Расширенная неопределенность определяется по формуле

$$U_{0,95} = t_p \cdot u_c(V) = 1,96 \cdot 0,00303 = 0,00594 \text{ В.}$$

8. Результат измерения

Записываем результат измерения в виде

$$V = (1,347 \pm 0,006) \text{ В, } P = 0,95.$$

Пример 2. Прямые однократные измерения

Производятся прямые многократные измерения частоты высокочастотного синусоидального сигнала с помощью электронно-счетного частотомера ЧЗ-63. Показания частотомера f_{ind} составляют, кГц: 151348; 151342; 151344; 151346; 151348; 151349; 151345; 151351; 151343; 151344; 151359; 151350; 151347; 151348; 151346; 151352; 151345; 151349; 151347; 151346.

Необходимо получить оценку измеряемой частоты и оценить неопределенность ее измерения.

Спецификация измерений:

- измерения производятся в лабораторных условиях при температуре окружающего воздуха $+25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- время счета прибора – 10 мс;
- рабочие условия применения прибора: температура окружающего воздуха от -30 до $+50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- относительная погрешность измерения частоты синусоидальных сигналов δf в пределах значений, рассчитанных по формуле

$$\delta f = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{f_{изм} \cdot t_{сч}} \right),$$

где

$$\delta_0 = \pm 5 \cdot 10^{-7}$$

- температурный коэффициент частоты опорного генератора не более $k_t = 1 - 10^{-9}$ на каждый $1 \text{ }^\circ\text{C}$ свыше температуры калибровки ($20 \text{ }^\circ\text{C}$).

Оценивание неопределенности измерений

1. Составление модельного уравнения

$$f = \bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i,$$

где $n = 20$ – количество наблюдений.

2. Вычисление оценки результата измерения

$$f = \bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i = 151346,842 \text{ кГц.}$$

3. Определение стандартных неопределенностей входных величин.
Стандартная неопределенность среднего арифметического значения результатов измерения частоты (тип A):

$$u_A(\bar{f}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2} = 617,783 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B частоты внутреннего опорного генератора частотомера при единичном измерении частоты вычисляется через выражение для основной относительной погрешности δf в предположении о равномерном распределении погрешности внутри границ.

Границы относительной погрешности δ_0 не превышают $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.

Границы абсолютной погрешности будут в этом случае равны $\Delta_0 = \bar{f} \cdot \delta_0$.

$$u_B(\Delta_0) = \frac{\Delta_0}{\sqrt{3}} = \frac{\bar{f} \cdot \delta_0}{\sqrt{3}} = \frac{151346842 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{\sqrt{3}} = 49,63 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B квантования при единичном измерении определяется из границ погрешности квантования

$$\Delta_{\text{кв}} = \pm \frac{1}{t_{\text{сч}}} = \pm \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} = \pm 100 \text{ Гц.}$$

$$u_B(\Delta_{\text{кв}}) = \frac{\Delta_{\text{кв}}}{\sqrt{3}} = \frac{100}{\sqrt{3}} = 57,753 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B, обусловленная изменением частоты опорного генератора при изменении температуры окружающей среды от 20 °С (температура калибровки частотомера t_k) до 25 °С (тем-

пература окружающей среды в момент измерений $t_{\text{изм}}$), вычисленная через температурный коэффициент частоты $\pm 1 \cdot 10^{-9}$, в предположении о равномерном распределении внутри границ будет равна

$$u_B(\Delta_t) = \frac{\bar{f} \cdot |t_{\text{изм}} - t_k| \cdot k_t}{\sqrt{3}} = \frac{151346842 \cdot |25 - 20| \cdot 10^{-9}}{\sqrt{3}} = 0,437 \text{ Гц.}$$

Стандартная неопределенность типа B единичного наблюдения, вызванная погрешностью отсчета показаний, равной половине цены деления младшего разряда $\Delta_{\text{отсч } i} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ Гц}$, в предположении равномерного распределения НСП внутри границ составляет

$$u_B(\Delta_{\text{отсч } i}) = \frac{\Delta_{\text{отсч } i}}{\sqrt{3}} = \frac{500}{\sqrt{3}} = 288,675 \text{ Гц.}$$

$$u_B(\Delta_{\text{отсч}}) = \frac{u_B(\Delta_{\text{отсч } i})}{\sqrt{n}} = \frac{288,675}{\sqrt{20}} = 66,277 \text{ Гц.}$$

Все входные величины независимы, поэтому корреляция между ними отсутствует.

4. Составление бюджета неопределенности

Бюджет неопределенности измерения частоты

Входные величины	Оценки входных величин	Станд. неопределенность	Число степеней свободы	Распределение вероятностей	Коэффициенты чувствительности	Вклад неопределенности
\bar{f}	151346,842 кГц	617,783 Гц	19	Нормальный	1	617,783 Гц
Δ_0	0	43,69 Гц	∞	Равномерный	1	43,69 Гц
$\Delta_{\text{кв}}$	0	57,753 Гц	∞	Равномерный	1	57,753 Гц
Δ_t	0	0,437 Гц	∞	Равномерный	1	0,437 Гц
$\Delta_{\text{отсч}}$	0	66,227 Гц	∞	Равномерный	1	66,227 Гц
Выходная величина, B	Оценка выходной величины	Суммарная станд. неопределенность	Эффективное число степеней свободы	Уровень доверия	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность
f	151446,842 кГц	625,529 Гц	19	$P = 0,95$	2,10	1313,61 Гц

5. Вычисление суммарной стандартной неопределенности

Суммарная стандартная неопределенность вычисляется через вклады неопределенности входной величины по формуле:

$$u_c(f) = \sqrt{(u_A^2(f) + u_0^2(f) + u_{\text{кв}}^2(f) + u_t^2(f) + u_{\text{отсч}}^2(f))} = \\ = \sqrt{617,783^2 + 43,69^2 + 57,753^2 + 0,437^2 + 66,227^2} = 625,529 \text{ Гц.}$$

6. Определение коэффициента охвата

Поскольку модельное уравнение представляет собой уравнение прямых многократных измерений, коэффициент охвата определяют как коэффициент Стьюдента для эффективного числа степеней свободы, получаемого по формуле:

$$v_{\text{eff}} = (n-1) \left[\frac{u_c(y)}{u_A(y)} \right]^4 = (20-1) \left[\frac{625,529}{617,783} \right]^4 \approx 18.$$

Коэффициент Стьюдента для $v_{\text{eff}} = 18$ и доверительной вероятности $P = 0,95$ равен $t_p = 2,10$.

7. Вычисление расширенной неопределенности

Расширенная неопределенность определяется по формуле

$$U = t_p \cdot u_c(f) = 2,10 \cdot 625,529 = 1313,61 \text{ Гц.}$$

8. Записываем результат измерения

$$f = (151346,8 \pm 1,3) \text{ кГц, } P = 0,95.$$

3.4. Литература

1. ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения.
2. ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
3. ГОСТ Р 54500.3.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 1:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА РФ «О ЗАЩИТЕ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»

4.1. Цель

- изучить Закон РФ «О защите прав потребителей»;
- научиться применять положения закона;
- знать свои права потребителя в конкретной ситуации.

4.2. Термины и определения

Потребитель – гражданин, имеющий намерение заказать или приобрести либо заказывающий, приобретающий или использующий товары (работы, услуги) исключительно для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности.

Изготовитель – организация (независимо от ее организационно-правовой формы), а также индивидуальный предприниматель, производящие товары для реализации потребителям.

Исполнитель – организация (независимо от ее организационно-правовой формы), а также индивидуальный предприниматель, выполняющие работы или оказывающие услуги потребителям по возмездному договору.

Продавец – организация (независимо от ее организационно-правовой формы), а также индивидуальный предприниматель, реализующие товары потребителям по договору купли-продажи.

Недостаток товара (работы, услуги) – несоответствие товара (работы, услуги) или обязательным требованиям, предусмотренным законом либо в установленном им порядке, или условиям договора (при их отсутствии или неполноте условий обычно предъявляемым требованиям), или целям, для которых товар (работа, услуга) такого рода обычно используется, или о которых продавец (исполнитель) был поставлен в известность потребителем при заключении договора, или образцу и (или) описанию при продаже товара по образцу и (или) по описанию.

Существенный недостаток товара (работы, услуги) – неустранимый недостаток или недостаток, который не может быть устранен без несоразмерных расходов или затрат времени, или выявляется неоднократно, или проявляется вновь после его устранения, или другие подобные недостатки;

Безопасность товара (работы, услуги) – безопасность товара (работы, услуги) для жизни, здоровья, имущества потребителя и окружающей среды при обычных условиях его использования, хранения, транспортировки и утилизации, а также безопасность процесса выполнения работы (оказания услуги).

Импортер – организация независимо от организационно-правовой формы или индивидуальный предприниматель, осуществляющие импорт товара для его последующей реализации на территории Российской Федерации.

4.3. Общие положения

Все мы постоянно выступаем в качестве потребителей – покупаем товары, обращаемся в службы быта, ездим на транспорте, пользуемся коммунальными и медицинскими услугами и т. д. Часто при этом наши права нарушаются. Для того чтобы защитить свои права, нужно их знать, т. е. надо знать Закон РФ «О защите прав потребителей», которой ввел обязательную сертификацию продукции в РФ. Права потребителей регулируются и другими нормативными и законодательными документами, перечень которых приведен в приложении Е.

Чтобы защищать свои права потребителя, нужно знать, попадает ли ситуация под действие закона о защите прав потребителя. Ситуация попадает под действие закона о защите прав потребителя, если:

- Вы являетесь в этой ситуации потребителем;
- другая сторона является: изготовителем, или исполнителем, или продавцом, или уполномоченной организацией, или уполномоченным индивидуальным предпринимателем.

История возникновения потребительского права

Потребительское право – комплексная отрасль права, состоящая из норм различных отраслей права (гражданского, административного, уголовного), регулирующих отношения по удовлетворению материальных, культурных и иных потребностей граждан.

В начале 30-х годов для защиты потребительского права в Америке, Англии, а позднее и в других странах, стали создаваться лиги покупателей (прообраз нынешнего общества потребителей). Основной целью этих организаций было формирование потребительской культуры, оказание воздействия как на изготовителей, так и на продавцов товаров. Для этого правление лиги составляло т. н. «белые списки» предпринимателей, которые соблюдали определенные принципы во взаимоотношениях с потребителями. Это было определенным стимулом для других торговцев. Однако только общественного давления было явно недостаточно.

Официальным признанием о необходимости создания системы государственного регулирования взаимоотношений с участием потребителя считается выступление Президента США Дж. Кеннеди в Конгрессе США 15 марта 1961 г. Президент в своем выступлении впервые сформулировал четыре основных права потребителя:

Право на безопасность. Это означает, что товар, работа, услуга при обычных условиях его использования, хранения, транспортировки должен быть безопасен для жизни, здоровья потребителя, безопасен для окружающей среды и не причинять вреда имуществу потребителя.

Право на информацию. Одним из основных критериев потребительского выбора является информация. Только на основе достоверной и полной информации человек может товар, обладающий необходимыми ему свойствами. С правом на информацию связано право на потребительское образование и право на выбор, поскольку информация – критерий правильного выбора.

Право быть услышанным означает, что каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их. Это право включает свободу беспрепятственно придерживаться своих убеждений и свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ (ст. 19 Всеобщей декларации прав человека). Это же право гарантировано и Конституцией РФ (ст. 29 – каждому гарантируется свобода мысли и слова). Никто не может быть принужден к выражению своих мнений и убеждений или отказу от них. Каждый имеет право свободно искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом.

Право на здоровую окружающую среду. Это право закреплено в Конституции РФ (ст. 42 – каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением).

С тех пор 15 марта отмечается **Всемирный день защиты потребителей.**

Начиная с 70-х годов во многих западных странах появились законы об охране прав потребителей (например, закон США 1975 г. «О гарантиях при продаже товаров широкого потребления», закон Франции 1983 г. «О безопасности потребителей»). Монополизация производства, торговли заставила правительства прибегнуть к мерам государственного регулирования охраны прав потребителя, принятию законодательства, целью которого является прямое вторжение в договорные отношения сторон для защиты одной из них – потребителя.

В Российской Федерации как самостоятельная отрасль права потребительское право возникло в начале 90-х годов.

До этого отношения по удовлетворению материальных и культурных потребностей граждан в основном регулировались нормами гражданского законодательства (например, ст. 246 ГК РСФСР 1964 г. «Права покупателя в случае продажи ему вещи ненадлежащего качества»),

ст. 364 ГК РСФСР «Права заказчика в случае нарушения договора подрядчиком»). Эти акты устанавливали права, обязанности и ответственность субъектов договорных отношений с участием граждан. Однако классическое гражданское законодательство не было специально рассчитано на регулирование защиты потребителей.

Первой серьезной попыткой решения вопросов правового регулирования в области охраны прав потребителей явилась разработка проекта Закона СССР «О качестве продукции и защите прав потребителей». Начало реализации прав потребителя было положено с принятием Закона СССР «О защите прав потребителей», который в связи с распадом СССР так и не вступил в силу, однако он оставался моделью для законодательных актов стран-участников СНГ в этой области.

Основные права потребителя

Потребитель имеет право:

- на качество;
- безопасность;
- информацию;
- возмещение ущерба.

Законодательство защищает права и определяет механизмы реализации этой защиты. Знание своих основных прав поможет правильно вести себя в ситуациях нарушений этих прав, с которыми приходится сталкиваться слишком часто.

Право на качество означает, что продавец должен передать качественный товар, а исполнитель качественно выполнить работу (оказать услугу).

Право на безопасность характеризуется тем, что Вы имеете право на то, чтобы товар (работа, услуга) были безопасны для жизни, здоровья, имущества потребителя и окружающей среды. Требования, которые должны это обеспечивать, являются обязательными и устанавливаются в порядке, определяемом законом (п. 1 ст. 7 [1]).

Право на информацию, причем необходимую и достоверную, о том, что продается, кто продает и кем это изготовлено, как и когда это можно приобрести. На основании этой информации Вы должны получить точное представление об изготовителе (исполнителе, продавце) для обращения к нему в случае необходимости с соответствующими требованиями и о товарах (работах, услугах) для правильного их выбора.

Право на возмещение ущерба несет в себе ответственность продавца (изготовителя, исполнителя) за нарушение прав потребителей, предусмотренную законом или договором (ст. 13). Если в договоре предусматривается ответственность в большем объеме или неустойка в большем размере, чем это предусмотрено законом, то применяются условия договора.

Срок службы, срок годности и гарантийный срок – являются сроками ответственности продавца (изготовителя, исполнителя). На товары (работы) могут быть установлены срок службы (или срок годности) и гарантийный срок (сроки ответственности продавца (изготовителя, исполнителя) перед потребителем). В течение этих сроков (а в некоторых случаях и по истечению всех сроков) Вы можете предъявлять продавцу (изготовителю, исполнителю) претензии и требовать возмещения убытков. Есть перечни товаров (работ), на которые срок службы (срок годности) должны устанавливаться в обязательном порядке. Если на товар (работу) не установлены срок службы (срок годности) или гарантийный срок, то закон предусматривает, в течение какого периода времени Вы можете предъявить требования относительно товаров (работ) с неустановленными сроками. Если условия договора ущемляют Ваши права – они признаются недействительными (п. 1 ст. 16 [1]). Если в результате исполнения такого договора у Вас возникли убытки, они подлежат возмещению изготовителем (исполнителем, продавцом) в полном объеме.

Права при покупке товаров

При покупке любых товаров потребитель имеет право получить всю необходимую нам информацию – полную и достоверную, для того чтобы сделать правильный выбор нужного нам товара, чтобы знать, как им пользоваться, куда обращаться для ремонта.

Купленные нами товары должны быть качественными и безопасными. Изготовитель обязан обеспечить нам возможность ремонта и технического обслуживания купленных товаров.

Однако часто бывает так, что купленный телевизор быстро ломается, консервы оказываются испорченными, а туфли, принесенные домой из магазина, начинают жать. В этих ситуациях мы имеем право предъявить продавцу и/или изготовителю товаров различные требования – заменить сломавшийся телевизор, вернуть деньги за некачественные консервы, обменять обувь, которая не подошла по размеру.

Права при выполнении работ (оказании услуг)

Мы постоянно пользуемся различного рода услугами: стрижемся в парикмахерских, питаемся в закусочных и ресторанах, ремонтируем холодильники и фотоаппараты, ездим в метро и автобусах, летаем на самолетах, лечимся в медицинских учреждениях, наши дети учатся в школах и институтах, ремонтируем квартиру, некоторые из нас строят дом или дачу и т. д.

При этом очень часто нарушаются наши права: задержался рейс самолета, на отдыхе разместили в плохую гостиницу, в химчистке испортили дубленку и т. д.

Как правило, исполнитель не хочет доводить дело до судебного процесса – во-первых, все большее количество судебных процессов вы-

игрывают потребители, во-вторых, кроме выплаты компенсации потребителю исполнитель может быть подвергнут штрафу и действие его лицензии может быть приостановлено или прекращено.

При оказании услуг (выполнении работ) потребитель имеет право:

- на выполнение работы (услуги) в срок;
- работу (услугу) надлежащего качества, т. е. без недостатков.

Если работа (услуга) выполнена с недостатками или не в срок, Вы имеете право предъявить исполнителю свои требования (например, можете потребовать возместить расходы, убытки, уменьшить оплату за выполненную работу и др.). Исполнитель должен выполнить требования в определенный срок. Если исполнитель нарушает сроки, вы вправе потребовать выплаты неустойки (пени) в размере 3 процентов от цены работы за каждый день просрочки.

Помимо того, что при нарушении прав потребителя можно потребовать выполнения тех или иных требований, необходимо контролировать сроки выполнения этих требований, нарушение которых исполнитель несет дополнительную ответственность. Продавец должен удовлетворить ваше требование:

- устранение недостатка продавцом – не свыше 45 дней (п.1 ст. 20 [1]);
- возмещение расходов на устранение недостатков – 10 дней (ст. 22 [1]);
- замена товара – 7 дней (при необходимости дополнительной проверки качества – 20 дней) (п. 1 ст. 21 [1]);
- соразмерное уменьшение покупной цены – 10 дней (ст. 22 [1]);
- возмещение убытков, причиненных отказом от исполнения договора купли-продажи – 10 дней (ст. 22 [1]);
- безвозмездное предоставление на период ремонта подменного товара – 3 дня (п. 2 ст. 20 [1]);
- возврат денег за товар ненадлежащего качества – 10 дней (ст. 22 [1]).

Перечни товаров

В законе «О защите прав потребителя» встречаются ссылки на перечни разного рода товаров. При разногласиях между потребителем и исполнителем возникает неоднозначная трактовка данных перечней, которая влияет на выполнение обязательств той или иной стороной. Для того чтобы лучше разобраться в законе «О защите прав потребителя», приведены перечни:

1) товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара, приведен в приложении Ж;

2) технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков, приведены в приложении З;

3) непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации, приведены в приложении И.

Например, прежде чем требовать аналогичный товар на время ремонта или замены, убедитесь, что он не входит в Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяются ваши требования.

Не всегда продавцы трактуют перечень 1) непродовольственных товаров надлежащего качества в соответствии с действительным пониманием закона, со здравым смыслом и сложившейся судебной практикой. Здесь стоит остановиться не на всех пунктах, а лишь на тех, которые вызывают неоднозначное толкование.

Перечень товаров длительного пользования содержит в себе пункты как целиком исчерпывающие определение групп товаров, которые не могут быть обменены (такие как перечислены в пунктах 3, 7, 9, 10, 12, 13 перечня), так и пункты, где из общей товарной группы делается исключение для обмена (пункты 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 14 перечня). При этом стоит учесть, что за скобками содержится общее определение товарной группы, а в скобках указание на конкретные группы товаров. Рассмотрим товары перечня, вызывающие неоднозначность.

Пункт 1. Далеко не все – предметы и аппаратуру медицинские – нельзя вернуть или обменять. К примеру, градусники и тонометры и т. п. не относятся к товарам для профилактики и лечения заболеваний в домашних условиях, а значит их можно обменять. Или, к примеру, линзы очковые не подлежат обмену, но отказ в обмене солнцезащитных очков будет неправомерен.

Пункт 2. В данной ситуации перечень может быть расширен, но только по аналогии. Некоторые продавцы пытаются в этот пункт включить даже головные уборы, что не соответствует правильному пониманию ограничений, представленных в данном пункте.

Пункт 4. Здесь ключевое слово – отпускаемые на метраж. То есть никакие иные инсинуации продавца здесь не имеют существенного значения. Если товар не отпускается на метраж, то он может быть обменен. К примеру, обои и кафельная плитка на упаковке содержат упоминание о метраже, но единицей товара при этом будет рулон или коробка, а значит данный товар, не отпускается на метраж.

Пункт 5. Здесь стоит обратиться к товарному систематическому словарю и поискать свой товар в перечне.

Бельевой трикотаж:

- трикотажное белье из хлопчатобумажной и шерстяной пряжи, из искусственных нитей, из хлопчатобумажной пряжи в сочетании с ис-

кусственными нитями, из синтетической пряжи и нитей, из смешанной пряжи, из сочетания различных видов пряжи и нитей, из различных видов синтетических и искусственных нитей, из эластичных и объемных нитей, из капроновых нитей, из ацетатных нитей в сочетании с капроновыми, из полиэфирных и текстирированных нитей, из нейлонового, дедеронового, вискозного полотна, из кружевного полотна;

- мужское, женское, детское (фуфайки, майки, кальсоны, панталоны, сорочки, сорочки ночные, пижамы, гарнитуры, комбинации, юбки нижние, пеньюары, халаты женские пляжные);

- спортивное (трусы, майки, футболки, купальные костюмы, плавки, трико, борцовки, фуфайки морские (тельняшки), спортивные рубашки);

- изделия для новорожденных и детей ясельного возраста (кофточки, распашонки, ползунки, подгузники, комбинезоны, трусы-пеленки, шапочки и чепчики, гарнитуры, конверты для детей).

Чулочно-носочные изделия: чулки, полчулки и носки мужские, женские, детские, спортивные изделия (гетры, носки, наколенники), медицинские чулки и полчулки, колготки, подследники из хлопчатобумажной и шерстяной пряжи, из хлопчатобумажной пряжи в сочетании с искусственными нитями, из капроновых нитей, из объемной пряжи и нитей, из сочетания разных видов пряжи и нитей, из сочетания разных видов пряжи и нитей, из смешанной пряжи.

Пункт 6. Здесь подразумевается только изделия из полимерных материалов, то есть если изделие из хрусталя или фарфора, то оно может быть обменено на общих основаниях.

Пункт 8. Здесь подразумевается только определенные группы из общего понятия – мебель, то есть только мебельные гарнитуры и комплекты. Действует принцип – за скобками общее определение группы – в скобках товары – исключения. Все остальные группы мебели могут быть обменены при совершении договора купли-продажи, то есть в том случае, когда приобретается готовая мебель, а не изготавливается по индивидуальному заказу.

Мебель: мебель мягкая, полумягкая, жесткая и плетеная: стулья, кресла, диваны, оттоманки, тахты, софы, кушетки, столы (обеденные, кухонные, письменные, для радио и телевизоров, шахматные, телефонные, журнальные, туалетные), буфеты, серванты, секретеры, горки, шкафчики посудные, комоды, шкафы для одежды, белья и книжные, табуретки, тумбочки, этажерки, вешалки, кровати деревянные и металлические (никелированные, частично никелированные, крашенные, с деревянными спинками), диваны-кровать, кресло-кровать, матрасы пружинные, ширмы, шезлонги, книжные полки, детская мебель, раскладные кровати, кровати складные и разборные,

мебель из лозы, мебель дачная раскладная с брезентовой обтяжкой, стеллажи с мебельной отделкой, мебель на металлических каркасах с гигиеническим покрытием, гарнитуры спальные, столовые, кабинетные, кухонные и другие, наборы мебели, трюмо и трельяжи, банкетки, подставки-скамейки, полки, манежи складные, столы сервировочные.

Пункт 10. Данный пункт содержит единственное исключение – это детские велосипеды, о чем нам говорит п. 74 Систематического товарного словаря. Они не входят в понятие мотовелотовары.

Пункт 11. Данный перечень охватывает собой практически все технически сложные товары бытового назначения, которые нельзя обменять без доброй воли продавца. Поэтому нужно очень тщательно и обдуманно совершать свой выбор при покупке товаров бытовой техники и электроники. Но стоит обратить внимание, что даже если товар технически сложный, но гарантийный срок на него не установлен, то к данному перечню он не относится, обмен его возможен, поскольку действуют основные условия для обмена.

Пункт 14. Иногда продавцы отказывают в обмене товаров по ст. 25 [1] незаконно в отношении товаров, не внесенных в перечень. В частности такие товары, как расходные материалы, товары, бывшие в употреблении и товары, купленные со скидками и на распродажах. Закон не предусматривает подобных ограничений, а значит отказ продавца неправомерен и это может послужить основанием для сигнала в контролирующие организации.

Претензии

Претензии о недобросовестной работе исполнителя или некачественном товаре можно написать в орган по защите прав потребителей и в другие компетентные организации, перечень организаций, которые могут удовлетворить ваши требования юридической, и законодательной поддержке приведен в приложении К. Существуют организации помогающие рядовым потребителям, права которого нарушены. Специалисты данных консультационных центров проводят бесплатные консультации среди населения по вопросам защиты прав потребителей, помогут понятно объяснить статьи действующих законов.

Претензия пишется в двух экземплярах, один из них вручается продавцу. На вашем экземпляре он ставит дату получения претензии, свою подпись и ее расшифровку. От этой даты начинается срок удовлетворения вашей претензии, за просрочку которого к продавцу могут быть применены штрафные санкции.

Если продавец (изготовитель, исполнитель) отказывается подписывать ваш экземпляр претензии (заявления) или просто его не принимает, отправьте его по почте (Опись возможна только при ценном отправлении). Можно заполнить уведомление о вручении либо воспользоваться

ресурсом http://info.russianpost.ru/servlet/post_item. С его помощью легко отследить срок доставки заказного письма адресату по идентификационному номеру, указанному в квитанции. Суды принимают информацию идентификатора в качестве доказательства даты вручения письма. Неустойка за просрочку вашего требования (1 % от цены товара за каждый день) будет начисляться через определенное количество дней (в зависимости от того, с каким требованием вы выступили) с момента вручения претензии либо, по сообщению почты.

Претензия может быть составлена в произвольной форме, однако нужно указать:

- 1) кому направлена претензия;
- 2) от кого претензия, т. е. ФИО, адрес и телефон – для связи с вами;
- 3) посередине строки написать «ПРЕТЕНЗИЯ» или «ЗАЯВЛЕНИЕ»;
- 4) далее – в тексте претензии изложить существо дела:
 - что было куплено и когда была совершена покупка или была оказана услуга;
 - обстоятельства дела и суть претензий, для обоснования претензий желательно ссылаться на соответствующие статьи законов;
- 5) четко сформулируйте свои требования;
- 6) укажите в конце претензии, какие у вас намерения в случае, если требования не будут удовлетворены в добровольном порядке;
- 7) дата и подпись;
- 8) укажите, какие документы прилагаете к претензии.

Пример претензии приведен в приложении Л.

К претензии (заявлению) приложите копии имеющихся документов:

- копию товарного (кассового) чека,
- копию гарантийного талона,
- копии актов, справок и других документов.

4.4. Внеаудиторная самостоятельная работа студента

Изучение закона РФ «О защите прав потребителей» и подготовка краткой схемы содержания статей, для удобства работы на практическом занятии.

4.5. Текущий контроль

Примеры практических заданий

1. Рассмотреть предложенные ситуации и описать как необходимо поступать в том или ином случае в соответствии с законом «О защите прав потребителей» (с указанием статей и пунктов закона).

Примеры ситуаций:

- Гражданка X купила музыкальный центр Technics-530 для прослушивания классической музыки. Вскоре она обнаружила, что диапазон радиочастот не позволяет настраиваться на УКВ-частоты радиостанции Орфей. Какие права имеет гражданка X?
- Я купила туфли, которые красят ноги. Написала заявление в магазин с требованием об обмене, но мне отказали, сообщив, что по проведенной ими экспертизе туфли нормальные. Что мне теперь делать?
- Гражданка X купила 3,5 метра ткани, в ателье ей сказали, что этого мало – нужно 4 метра. Гражданка X обратилась в магазин с просьбой обменять товар, но ей отказали. Какие права имеет гражданка X?
- Гражданка X сдала дубленку в химчистку, вернули дубленку полностью потерявшую товарный вид. Гражданка X потребовала, чтобы либо дубленку привели в надлежащий вид, либо возместили ей ущерб. Правильно ли это?

2. Написать претензию (заявление) по предложенной преподавателем ситуации.

Пример ситуации:

Гражданин Иванов И.И. 18 июля 2008 г. заключил договор купли-продажи монитора с организацией ООО «Нестор» и заплатил 10 тыс. руб. Срок передачи товара было установлено 01 сентября 2008 года, но товар не передан до сих пор.

Данные:

- организация ООО «Нестор»;
- адрес потребителя: г.Москва, ул. 5-я Советская 100, кв. 1, домашний тел. 111-11-11;
- накладная № NA00003333;
- номер счет № НАЧ 0008881.

4.6. Литература

1. Закон Российской Федерации от 07.02.1992 № 2300-1 «О защите прав потребителей»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример оформления титульного листа отчета по лабораторной работе

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт _____
Направление подготовки (специальность) _____
Кафедра _____

**ОТЧЕТ
по лабораторной работе**

_____ (Название лабораторной работы)
по дисциплине _____

Выполнил студент гр. _____
(Номер группы) (Подпись) (Ф.И.О.) _____

(Дата сдачи отчета) _____ 20__ г.

Отчет принят:

_____ (Подпись)
(Ученая степень, ученое звание, должность) (ФИО) _____

(дата проверки отчета) _____ 20__ г.

Томск 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Примеры обозначения классов точности

Таблица Б.1

Примеры обозначения классов точности

Формула для определения пределов допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Обозначение класса точности		Примечания
		в документации	на средстве измерений	
Абсолютная: $\Delta = \pm a$	При измерении постоянного тока $\Delta = \pm 0,7 \text{ А}$	Класс точности М	М	Δ – пределы допускаемой основной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; x – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; a и b – положительные числа, не зависящие от x
Абсолютная: $\Delta = (a + bx)$	При измерении линейно изменяющегося напряжения $\Delta = \pm (1 + 0,57x) \text{ мВ}$	Класс точности С	С	
Приведенная $\gamma = \pm p$	$\gamma = \pm 1,5 \%$	Класс точности 1,5	1,5	если нормирующее значение X_N выражено в единицах величины на входе (выходе) средств измерений; если нормирующее значение x_N определяется длиной шкалы или ее части
	$\gamma = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5	
Относительная $\delta = \pm q$	$\delta = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5	
Относительная $\delta = \pm \left[c + d \left(\left \frac{x_k}{x} \right - 1 \right) \right]$	$\delta = \pm \left[0,02 + 0,01 \left(\left \frac{x_k}{x} \right - 1 \right) \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	x_k – больший по модулю из пределов измерений

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Критические значения для критерия Граббса

Таблица В.1

Критические значения G_T для критерия Граббса

<i>n</i>	Значение при уровне значимости <i>q</i>		<i>n</i>	Значение при уровне значимости <i>q</i>	
	Свыше 1 %	Свыше 5 %		Свыше 1 %	Свыше 5 %
4	1,496	1,481	21	3,031	2,733
5	1,764	1,715	22	3,060	2,758
6	1,973	1,887	23	3,087	2,781
7	2,139	2,020	24	3,112	2,802
8	2,274	2,126	25	3,135	2,822
9	2,387	2,215	26	3,157	2,841
10	2,482	2,290	27	3,178	2,859
11	2,564	2,355	28	3,199	2,876
12	2,636	2,412	29	3,218	2,893
13	2,699	2,462	30	3,236	2,908
14	2,755	2,507	31	3,253	2,924
15	2,806	2,549	32	3,270	2,938
16	2,852	2,585	33	3,286	2,952
17	2,894	2,620	34	3,301	2,965
18	2,932	2,651	36	3,330	2,991
19	2,968	2,681	38	3,356	3,014
20	3,001	2,709	40	3,381	3,036

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Значения коэффициентов Стьюдента

Таблица Г.1

Коэффициенты Стьюдента

Число ст. свободы, <i>n-1</i>	P		Число ст. свободы, <i>n-1</i>	P	
	0,95	0,99		0,95	0,99
1	12,710	63,661	18	2,101	2,878
2	4,302	9,922	19	2,091	2,859
3	3,182	5,841	20	2,086	2,845
4	2,776	4,604	21	2,083	2,834
5	2,571	4,032	22	2,074	2,819
6	2,447	3,707	23	2,071	2,814
7	2,365	2,998	24	2,064	2,797
8	2,306	3,355	25	2,062	2,791
9	2,262	3,250	26	2,056	2,779
10	2,228	3,169	27	2,053	2,772
11	2,201	3,111	28	2,048	2,763
12	2,179	3,055	29	2,054	2,762
13	2,162	3,013	30	2,042	2,750
14	2,145	2,977	40	2,021	2,73
15	2,134	2,951	60	2,012	2,656
16	2,120	2,921	120	1,981	2,621
17	2,112	2,871	∞	1,960	2,576

Правила округления погрешности и записи результатов измерений

Форма представления результатов должна соответствовать МИ 1317.

При симметричной доверительной погрешности результат однократного измерения представляют в форме $x_{\text{изм}}; \pm \Delta; P$ или $x_{\text{изм}} \pm \Delta(P)$.

Например: результат измерения напряжения следует представить в форме:

$$U = 0,904 \text{ В}; \Delta = \pm 0,027 \text{ В}; P = 0,95 \text{ или } (0,904 \pm 0,027) \text{ В}; P = 0,95.$$

В соответствии с МИ 1317 погрешность измерений выражается числом с одной или двумя значащими цифрами.

Эмпирически были установлены следующие правила округления рассчитанного значения погрешности и полученного результата измерения.

1. Если первая значащая цифра числа (это первая цифра числа, не равная нулю), выражающего погрешность, равна 1 или 2, то это значение погрешности должно содержать две значащих цифры. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 137,153 \text{ м}$	$\Delta = 140 \text{ м}$
$\Delta = 2,42 \text{ кг}$	$\Delta = 2,4 \text{ кг}$
$\Delta = 0,01546 \text{ А}$	$\Delta = 0,016 \text{ А}$

2. Если первая значащая цифра числа, выражающего погрешность, равна 3 и более, то значение погрешности должно содержать одну значащую цифру. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 0,0327 \text{ В}$	$\Delta = 0,03 \text{ В}$
$\Delta = 516,78 \text{ Дж}$	$\Delta = 500 \text{ Дж}$
$\Delta = 78,59 \text{ Гн}$	$\Delta = 80 \text{ Гн}$

3. При записи результатов измерений числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности. Ниже приведены примеры записи результатов измерений.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$C_{\text{изм}} = 0,0014964 \text{ Ф}; \Delta = \pm 0,000123 \text{ Ф}$	$C_{\text{изм}} = (1,5 \pm 0,12) \text{ мФ}$
$m_{\text{изм}} = 34667,83 \text{ г}; \Delta = \pm 867,15 \text{ г}$	$m_{\text{изм}} = (34,7 \pm 0,9) \text{ кг}$
$t_{\text{изм}} = 29,756 \text{ с}; \Delta = \pm 0,0172 \text{ с}$	$t_{\text{изм}} = (29,756 \pm 0,017) \text{ с}$

4. Число цифр в промежуточных вычислениях при обработке результатов измерений должно быть на две больше, чем в окончательном результате.

5. Погрешность при промежуточных вычислениях должна быть выражена не более чем тремя значащими цифрами.

6. Сохраняемую значащую цифру в погрешности при округлении увеличивают на единицу, если отбрасываемая цифра незначащего младшего разряда больше либо равна пяти, и не изменяют, если она меньше пяти.

Нормативные документы по защите прав потребителя

- Закон РФ «О защите прав потребителей» от седьмого февраля 1992 г. № 2300-1;
- Гражданский кодекс РФ (часть 1–5);
- Кодекс РФ об административных правонарушениях;
- Правила продажи отдельных видов товаров от 19 января 1998 г. Постановлением Правительства РФ № 55;
- Правила продажи товаров дистанционным способом от 27 сентября 2007 г. № 612.

Торговля алкогольной продукцией и табачными изделиями

- Правила продажи алкогольной продукции от 19 августа 1996 г. № 987;
- Порядок доведения до потребителей информации о происхождении алкогольной и табачной продукции иностранного производства от 15 апреля 1996 г. № 435.

Торговля непродовольственными товарами

- Правила комиссионной торговли непродовольственными товарами от 6 июня 1998 г. № 569;
- Правила продажи товаров по образцам от 21 июля 1997 г. № 918;
- Правила продажи гражданам товаров длительного пользования в кредит от 9 сентября 1993 г. № 895.

Торговля драгоценными металлами и драгоценными камнями

- Правила скупки у граждан ювелирных и других бытовых изделий из драгоценных металлов и драгоценных камней и лома таких изделий от 7 июня 2001 г. № 444.

Примерные правила

- Примерные правила работы предприятия розничной торговли и Основные требования к работе мелкорозничной торговой сети от семнадцатого марта 1994 г. № 1-314/32-9.

Некоторые перечни товаров

- Перечень товаров, информация о которых должна содержать противопоказания для применения при отдельных видах заболеваний от 23 апреля 1997 г. № 481;
- Перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации от 19 января 1998 г. № 55;
- Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара от 19 января 1998 г. № 55;

- Перечень товаров длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде и на которые изготовитель обязан устанавливать срок службы от 16 июня 1997 г. № 720;
- Перечень товаров, которые по истечении срока годности считаются непригодными для использования по назначению от 16 июня 1997 г. № 720;
- Перечень технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков от 13 мая 1997 г. № 575.

Правила оказания услуг

Бытовое обслуживание и общественное питание

- Правила бытового обслуживания населения в Российской Федерации от 15 августа 1997 г. № 1025;
- Правила оказания услуг общественного питания от 15 августа 1997 г. № 1036.

Медицинские услуги

- Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. № 5487-1;
- О медицинском страховании граждан в Российской Федерации от 28 июня 1991 года № 1499-1;
- Программа государственных гарантий обеспечения граждан Российской Федерации бесплатной медицинской помощью от 26 октября 1999 г. № 1194;
- Правила предоставления платных медицинских услуг населению медицинскими учреждениями от 13 января 1996 г. № 27;
- Возмещение вреда (ущерба) застрахованным в случае оказания некачественной медицинской помощи в рамках программы обязательного медицинского страхования. Методические рекомендации от 5 мая 1998 г. № 1993/36.1-и.

Банковские услуги

- О страховании вкладов физических лиц в банках Российской Федерации от 23 декабря 2003 года № 177-ФЗ;
- О выплатах Банка России по вкладам физических лиц в признанных банкротами банках, не участвующих в системе обязательного страхования вкладов физических лиц в банках Российской Федерации от 29 июля 2004 года № 96-ФЗ.

Платные образовательные услуги

- Правила оказания платных образовательных услуг в сфере дошкольного и общего образования от 5 июля 2001 г. № 505;
- Об утверждении примерной формы договора об оказании платных образовательных услуг в сфере общего образования от 10 июля 2003 г. № 2994.

Услуги связи

- Правила оказания услуг подвижной связи от 25 мая 2005 г. № 328;
- Правила оказания услуг местной, внутризоновой, междугородной и международной телефонной связи от 18 мая 2005 г. № 310;
- Правила оказания услуг почтовой связи от 15 апреля 2005 г. № 221;
- О почтовой связи от 17 июля 1999 года № 176-ФЗ;
- Правила распространения периодических печатных изданий по подписке от 1 ноября 2001 г. № 759;
- Правила оказания услуг телеграфной связи от 15 апреля 2005 г. № 222;
- Правила оказания услуг связи проводного радиовещания от 6 июня 2005 г. № 353.

Коммунальные услуги

- Правила предоставления коммунальных услуг от 26 сентября 1994 г. № 1099;
- Правила предоставления услуг по вывозу твердых и жидких бытовых отходов от 10 февраля 1997 г. № 155.

Услуги перевозки

- О федеральном железнодорожном транспорте от 25 августа 1995 года № 153-ФЗ;
- Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации от 10 января 2003 года № 18-ФЗ;
- Правила оказания услуг по перевозкам на железнодорожном транспорте пассажиров, а также грузов, багажа и грузобагажа для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности от 2 марта 2005 г. № 111;
- Правила перевозок пассажиров, багажа и грузобагажа на федеральном железнодорожном транспорте от 26 июля 2002 г. № 30;
- О классификации вагонов повышенной комфортности и порядке предоставления пассажирам услуг, стоимость которых включается в стоимость проезда от 01.10.2001 № 32;
- Критерии определения категорий поездов для перевозки пассажиров в зависимости от скорости их движения и расстояния следования от 24 декабря 2004 г. № 50;

- Инструкция по организации работы вагонов-ресторанов (вагонов-кафе) пассажирских поездов российских железных дорог от двадцать второго октября 2001 г. № ЦД-861;
 - Правила перевозок грузов с объявленной ценностью на железнодорожном транспорте от 29 марта 1999 г. № 13Ц;
 - Правила предъявления и рассмотрения претензий, связанных с перевозкой грузов на железнодорожном транспорте от 27 сентября 2000 г. № 25Ц;
 - Устав автомобильного транспорта РСФСР от 8 января 1969 г. № 12;
 - Временные правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом в Российской Федерации от 29.09.97;
 - Правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом в РСФСР от 24 декабря 1987 г. № 176;
 - Воздушный кодекс Российской Федерации от девятнадцатого марта 1997 года № 60-ФЗ;
 - Правила международных воздушных перевозок пассажиров, багажа и грузов от 3 января 1986 г. № 1/И;
 - Варшавская конвенция 1929 года об унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок (Гамбургские правила) от 12 октября 1929 года;
 - Правила оказания услуг по перевозке пассажиров, багажа, грузов для личных (бытовых) нужд на внутреннем водном транспорте от 6 февраля 2003 г. № 72;
 - Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 7 марта 2001 года № 24-ФЗ (главы I, XIII, XV, XVIII, XIX);
 - Устав внутреннего водного транспорта Союза ССР от 15 октября 1955 г. № 1801 (разделы I, V, IX, X);
 - Об обязательном личном страховании пассажиров от 7 июля 1992 г. № 750;
 - О размере страхового тарифа по обязательному личному страхованию пассажиров воздушного, железнодорожного, морского, внутреннего водного и автомобильного транспорта от 16 января 1998 г. № 2н.
- Туристические услуги**
- Об основах туристской деятельности в Российской Федерации.
- Услуги по техобслуживанию и ремонту автотранспортных средств**
- Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств от 11 апреля 2001 г. № 290.

Другие услуги

- Правила предоставления гостиничных услуг в Российской Федерации от 25 апреля 1997 г. № 490;
- Правила оказания платных ветеринарных услуг от 6 августа 1998 г. № 898;
- Правила по киновидеообслуживанию населения от 17 ноября 1994 г. № 1264.

Закон о рекламе

Государственные органы, защищающие права потребителей

- Положение о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 30 июня 2004 г. № 322.

Судебная защита

- Гражданский Процессуальный Кодекс РФ.

Разъяснения и судебная практика по защите прав потребителей

- Информация об отношениях, регулируемых и не регулируемых законодательством Российской Федерации о защите прав потребителей от 11 марта 2005 г. № 0100/1745-05-32;
- Некоторые вопросы применения законодательства о компенсации морального вреда от 20 декабря 1994 г. № 10;
- О практике рассмотрения судами дел о защите прав потребителей от 29 сентября 1994 г. № 7;
- Разъяснения «О некоторых вопросах применения Закона Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. «О защите прав потребителей» от 20 мая 1998 г. № 160.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара

Утвержден Постановлением Правительства РФ
от 19 января 1998 г. № 55

(в ред. Постановления Правительства РФ от 20.10.1998 г. № 1222)

1. Автомобили, мотоциклы и другие виды мототехники, прицепы и номерные агрегаты к ним, кроме товаров, предназначенных для использования инвалидами, прогулочные суда и плавсредства.
2. Мебель.
3. Электробытовые приборы, используемые как предметы туалета и в медицинских целях (электробритвы, электрофены, электрощипцы для завивки волос, медицинские электрорефлекторы, электрогрелки, электробинты, электропледы, электроодеяла).
4. Электробытовые приборы, используемые для термической обработки продуктов и приготовления пищи (бытовые печи СВЧ, электропечи, тостеры, электрокипятильники, электрочайники, электроподогреватели и другие товары).
5. Гражданское оружие, основные части гражданского и служебного оружия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Перечень технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков

Утвержден Постановлением Правительства РФ
от 13 мая 1997 г. № 575

1. Автотранспортные средства и номерные агрегаты к ним.
2. Мотоциклы, мотороллеры.
3. Снегоходы.
4. Катера, яхты, лодочные моторы.
5. Холодильники и морозильники.
6. Стиральные машины автоматические.
7. Персональные компьютеры с основными периферийными устройствами.
8. Тракторы сельскохозяйственные, мотоблоки, мотокультиваторы.

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации

Утвержден Постановлением Правительства РФ
от 19 января 1998 г. N 55

1. Товары для профилактики и лечения заболеваний в домашних условиях (предметы санитарии и гигиены из металла, резины, текстиля и других материалов, инструменты, приборы и аппаратура медицинские, средства гигиены полости рта, линзы очковые, предметы по уходу за детьми), лекарственные препараты.

2. Предметы личной гигиены (зубные щетки, расчески, заколки, бигуди для волос, парики, шиньоны и другие аналогичные товары).

3. Парфюмерно-косметические товары.

4. Текстильные товары (хлопчатобумажные, льняные, шелковые, шерстяные и синтетические ткани, товары из нетканых материалов типа тканей – ленты, тесьма, кружево и другие); кабельная продукция (провода, шнуры, кабели); строительные и отделочные материалы (линолеум, пленка, ковровые покрытия и другие) и другие товары, отпускаемые на метраж.

5. Швейные и трикотажные изделия (изделия швейные и трикотажные бельевые, изделия чулочно-носочные).

6. Изделия и материалы, контактирующие с пищевыми продуктами, из полимерных материалов, в том числе для разового использования (посуда и принадлежности столовые и кухонные, емкости и упаковочные материалы для хранения и транспортирования пищевых продуктов).

7. Товары бытовой химии, пестициды и агрохимикаты.

8. Мебель бытовая (мебельные гарнитуры и комплекты).

9. Изделия из драгоценных металлов, с драгоценными камнями, из драгоценных металлов со вставками из полудрагоценных и синтетических камней, ограненные драгоценные камни.

10. Автомобили и мототранспортные средства, прицепы и номерные агрегаты к ним; мобильные средства малой механизации сельскохозяйственных работ; прогулочные суда и иные плавсредства бытового назначения.

11. Технически сложные товары бытового назначения, на которые установлены гарантийные сроки (станки металлорежущие и деревообрабатывающие бытовые; электробытовые машины и приборы; бытовая радиоэлектронная аппаратура; бытовая вычислительная и множительная техника; фото- и киноаппаратура; телефонные аппараты и факси-

мильная аппаратура; электромузыкальные инструменты; игрушки электронные, бытовое газовое оборудование и устройства).

12. Гражданское оружие, основные части гражданского и служебного огнестрельного оружия, патроны к нему.

13. Животные и растения.

14. Непериодические издания (книги, брошюры, альбомы, картографические и нотные издания, листовые изоиздания, календари, буклеты, издания, воспроизведенные на технических носителях информации).

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Перечень консультационных и надзорных органов по защите прав потребителя

Вид нарушения	Орган
Нарушений прав потребителей, в случае необходимости оказания юридической помощи	<ul style="list-style-type: none"> • МОО Общество защиты прав потребителей «Общественный контроль» 121099, Москва, Шубинский переулок, дом 2/3, 1-й этаж (м. Смоленская), тел.: (499) 241-61-03, www.ozpp.ru. • Организация по защите прав потребителя, www.zpp.ru. • Отдел по защите прав потребителей управления Роспотребнадзора по Томской области Батенького пер., 3, тел. 51-23-14
Подозрение на факт совершения мошенничества продавцом (исполнителем)	<ul style="list-style-type: none"> • Управление внутренних дел по Томской области, Управление по борьбе с экономическими преступлениями, ул. Елизаровых, 48/10
Для установления адреса и реквизитов продавца (производителя, исполнителя) и получения выписки из ЕГРЮЛ (единый государственный реестр юридических лиц)	<p>ИФНС, Инспекция федеральной налоговой службы по г. Томску:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Фрунзе проспект, 55, тел. 28-00-70, 28-04-99; • Нахимова, 8/1, тел. 420735; • Соляная пл., 5, тел. 791400, 654554; • Енисейская, 19а, тел. 280800
Сибирский федеральный округ	<ul style="list-style-type: none"> • Управление по Томской области, 634021, г. Томск, пр. Фрунзе, д. 103А, (3822) 26 05 61 turpn@rpn.tomsk.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Пример написания претензии

Директору магазина 777
от Ивановой И.И.,
проживающей по адресу:
Москва, ул. 5-я Советская 100, кв. 1
(д. тел. 111-11-11)

ПРЕТЕНЗИЯ

5 сентября 1999 года в Вашем магазине я купила холодильник «Север», через 6 месяцев, во время гарантийного срока, он сломался.

Я обратилась в гарантийную мастерскую с просьбой устранить дефект. Из-за отсутствия необходимых деталей устранить дефект мастер не смог, нужные детали в ближайший месяц в мастерскую не поступят. Таким образом, этот недостаток не может быть устранен без несоизмеримых затрат времени и относится к существенным, и я имею право на замену холодильника на такой же товар другой марки.

В соответствии с п. 1 ст. 18 Закона РФ «О защите прав потребителей» прошу заменить неисправный холодильник на холодильник «Стинол» с перерасчетом цены.

Прошу рассмотреть мою претензию в течение 7 дней. В случае игнорирования моих требований я буду вынуждена обратиться в суд. В исковом заявлении, помимо вышеизложенного, я буду просить суд взыскать с Вашего магазина компенсацию морального вреда, а также Вам придется платить госпошлину.

Приложения:

- 1) копия товарного чека;
- 2) копия гарантийного талона;
- 3) копия акта осмотра холодильника.

25 марта 2000 г.

Иванова И.И.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
РАЗДЕЛ 1. Метрология.....	4
Лабораторная работа 1. Классификация средств измерений и нормируемые метрологические характеристики	4
Лабораторная работа 2. Косвенные однократные измерения.....	15
Лабораторная работа 3. Обработка результатов прямых многократных измерений	25
Лабораторная работа 4. Оценивание неопределенности результатов прямых многократных измерений.....	34
Лабораторная работа 5. Национальные стандарты: содержание, виды, категории. Указатель «Национальные стандарты» и его применение	40
Лабораторная работа 6. Общероссийский классификатор ЕСКД. Присвоение обозначений изделиям и конструкторским документам	56
РАЗДЕЛ 2	63
Практическое занятие 1. Единиц физических величин.....	63
Практическое занятие 2. Классы точности средств измерений	79
Практическое занятие 3. Оценивание неопределенности измерений.....	87
Практическое занятие 4. Применение закона РФ «О защите прав потребителей».....	101
Приложение А. Пример оформления титульного листа отчета по лабораторной работе	112
Приложение Б. Примеры обозначения классов точности	113
Приложение В. Критические значения для критерия Граббса.....	114
Приложение Г. Значения коэффициентов Стьюдента.....	115
Приложение Д. Правила округления погрешности и записи результатов измерений.....	116
Приложение Е. Нормативные документы по защите прав потребителя.....	118
Приложение Ж. Перечень товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование покупателя о безвозмездном предоставлении ему на период ремонта или замены аналогичного товара.....	123

Приложение З. Перечень технически сложных товаров, в отношении которых требования потребителя об их замене подлежат удовлетворению в случае обнаружения в товарах существенных недостатков	124
Приложение И. Перечень непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих возврату или обмену на аналогичный товар других размера, формы, габарита, фасона, расцветки или комплектации	125
Приложение К. Перечень консультационных и надзорных органов по защите прав потребителя	127
Приложение Л. Пример написания претензии	128

Учебное издание

СПИРИДОНОВА Анна Сергеевна
НАТАЛИНОВА Наталья Михайловна

ПРАКТИКУМ ПО МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

Учебное пособие

Научный редактор
доктор технических наук, профессор
С.В. Муравьев

Корректурa Е.Л. Тен

Компьютерная верстка Д.В. Сотникова

Дизайн обложки Т.В. Буланова

Подписано к печати 24.09.2014. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать XEROX. Усл. печ. л. 7,62. Уч.-изд. л. 6,89.

Заказ 941-14. Тираж 100 экз.




Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета

сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru