

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

## **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

сборник учебно-методических материалов  
для направления подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и  
производств

Благовещенск, 2017

Печатается по решению  
Редакционно-издательского совета  
Энергетического факультета  
Амурского государственного университета

Составитель: Скрипко О.В.

Метрология, стандартизация и сертификация: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

©Амурский государственный университет, 2017  
©Кафедра автоматизации производственных  
процессов и электротехники, 2017  
©Скрипко О.В., составитель

## Содержание

Введение	4
Краткий курс лекций	5
Методические рекомендации к практическим занятиям	25
Методические рекомендации к лабораторным работам	31
Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов	31
Библиографический список	36

## ВВЕДЕНИЕ

*Целью освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование у студентов знаний по основам метрологии, правовым основам обеспечения единства измерений, основам стандартизации и сертификации, правил и порядка проведения сертификации.*

### *Задачи дисциплины:*

- изучение основных принципов метрологического обеспечения, основ стандартизации, правила и порядок проведения сертификации;
- формирование представлений об организационных, научных и методических основах метрологического обеспечения, исторических и правовых основах стандартизации и сертификации;
- приобрести навыки основных методов измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений, правовой базой стандартизации и сертификации.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

### *Знать:*

- основные представления о метрологии, физические величины и единицы измерения, их воспроизведение;
- методы и средства измерения, метрологические характеристики средств измерений;
- принципы работы современных измерительных устройств и их возможности;
- принципы выбора средств измерений, методики выполнения измерений;
- основы государственной системы стандартизации, основополагающие документы в России по стандартизации, принципы и методы стандартизации;
- категории и виды стандартов, государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов, системы контроля качества испытаний;
- сертификацию, критерии обеспечения качества процесса сертификации.

### *Уметь:*

- определять метрологические характеристики средств технических измерений;
- определять и оценивать погрешности результатов измерений;
- работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- уметь собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов, используя средства измерения и системы автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами;
- правильно выбирать физические параметры при решении практических задач, использовать стандартные методы проектирования;
- правильно выбрать и пользоваться государственными стандартами, общероссийским классификатором технико-экономической информации, отраслевыми стандартами, стандартами предприятий, применять нормативные документы по стандартизации и выбирать информацию о нормативных документах по стандартизации.

### *Владеть:*

- навыками работы по обеспечению правильной передачи размера единиц физических величин во всех звеньях метрологической цепи;
- навыками проведения экспериментов;
- методами прямых измерений в соответствии с руководящим документом РМГ29-99;
- методами качественной и количественной оценки точности измерений, обработки результатов измерений;
- навыками работы с современными техническими и программными средствами для решения рассматриваемого круга задач.

## 1. КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

### **Тема 1. Цели и задачи метрологии, стандартизации, сертификации. Определение метрологии как науки, история развития. Основные термины и понятия метрологии**

*Метрология* – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Такое определение дано в Рекомендациях РМГ 29–99, устанавливающих основные термины и определения понятий в области метрологии.

Основное понятие метрологии – измерение. Получение количественно информации о характеристиках свойств объектов и явлений окружающего мира опытным путём (т.е. экспериментально) называется измерением. В отличие от количественной информации, получаемой теоретическим путём, т.е. посредством вычислений и расчётов, такая информация называется измерительной.

Во время измерений проявляются некоторые объективные законы природы. Кроме того, при получении измерительной информации должны соблюдаться определённые правила и нормы, устанавливаемые законодательным путём. Всё это составляет предмет науки об измерениях – метро-логии (от др.-греч. *metron*– мера и *logos*– речь, слово, учение или наука).

Метрология – область знаний и вид деятельности, связанные с измерениями. Объектами метрологии являются единицы величин, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений. Традиционным объектом метрологии являются физические величины.

В зависимости от предмета различают три раздела метрологии: теоретическая (фундаментальная), законодательная и практическая (прикладная) метрология.

*Теоретическая (фундаментальная) метрология* – раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.

*Законодательная метрология* – раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимой точности измерений в интересах общества.

*Практическая (прикладная) метрология* – раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Объектами измерений являются физические величины (ФВ). Документ РМГ 29-99 трактует *физическую величину* как одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них. Индивидуальность в количественном отношении понимают в том смысле, что свойство может быть для одного объекта в определенное число раз больше или меньше, чем для другого.

*Основные понятия, принятые в метрологии.*

Измерение – процесс нахождения физической величины опытным путем с помощью средств измерительной техники.

Погрешность измерения – разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.

Средство измерения – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики.

Эталон единицы величины – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины.

*Основные положения теории измерения.*

Измерение – это процесс нахождения физических величин, параметров, характеристики опытным путем с помощью средства измерения. Найденное значение называют – результатом измерения. Измерения по средствам измерительного устройства заключается в сравнении измерительной величины с ее однородной физической величиной принятой за единицу измерения. Результат выражается числом. Измерение проводится различными методами, например: методом непосредственной оценки. В этом методе измерения значение измеренной величины определяют непосредственно по отчетному устройству измерительного прибора предварительного

проградуированного по мере. Т.е. при измерении непосредственной оценки меры участия не происходит, а она передается через предварительно проградуированную оценку.

Используют, также метод сравнения с мерой. В этом методе сравниваются с однородной величиной воспроизводимой мерой, размер которой известен и который определяет результат измерения.

Технические средства измерения, имеющие нормированные метрологические характеристики, оказывающие определенное влияние на результаты и погрешности измерений – называют средством измерения. В зависимости от назначения средство измерения делится на следующие виды:

- мера – средство измерения предназначенная для воспроизведения физической величины данного вида;

- измерительный прибор – средство измерения вырабатывающий сигнал измерительной информации в форме доступной для восприятия.

- измерительный преобразователь – средство измерения вырабатывающий сигнал измерительной информации в форме удобной для передачи дальнейшего преобразования обработки по не подающимся непосредственному восприятию. К ним относятся: усилители, входные и выходные делители, измерительные трансформаторы. Как правило, по своему устройству представляет совокупность измерительных преобразователей называемыми измерительной цепью и вспомогательными средствами измерения (источник питания и т.д.). Измерительные преобразователи, осуществляющие преобразование электрических величин в механическое перемещение – электромеханические, а измерительные приборы построенные на них – электромеханические измерительные приборы.

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин, а погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Условием обеспечения единства измерений является:

- представление результатов измерений в узаконенных единицах, которые были бы одними и теми же всюду, где проводятся измерения и используются их результаты;

- погрешность измерений должна быть не выше установленных пределов. Погрешности измерений средства измерений указываются в придаваемом к нему техническом документе – паспорте, ТУ и др.

Главным нормативным актом по обеспечению единства измерений является Закон РФ. В стандартах на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) должно быть соблюдено главное условие обеспечения единства измерений – указаны погрешности измерений для заданной вероятности.

*Классификация измерений.*

По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения разделяются на: статические (измеряемая величина остается постоянной во времени) и динамические (измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени).

По способу получения результатов измерений их разделяют на: прямые, косвенные, совокупные, совместные.

Прямые – это измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных. Косвенные – это измерения, при которых искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Совокупные – это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомую величину определяют решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин.

Совместные – это производимые одновременно измерения двух или нескольких не одноименных величин для нахождения зависимостей между ними.

По условиям, определяющим точность результата, измерения делятся на три класса:

- измерения максимально возможной точности, достижимой при существующем уровне техники. К ним относятся эталонные измерения, измерения физических констант;
- контрольно-поверочные измерения, погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторого заданного значения. К ним относятся измерения, выполняемые лабораториями государственного надзора за внедрением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной техники и заводскими измерительными лабораториями, которые гарантируют погрешность результата с определенной вероятностью, не превышающей некоторого, заранее заданного значения;
- технические измерения, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений.

По способу выражения результатов измерений различают абсолютные и относительные измерения. Абсолютными называются измерения, которые основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или на использовании значений физических констант. Относительными называются измерения отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

## **Тема 2. Система интернациональная SI**

По степени условной независимости от других величин данной группы ФВ делятся на *основные* (условно независимые), *производные* (условно зависимые) и *дополнительные*. Основные величины выбираются обосновано, но в общем произвольным образом. Производные величины выражаются через основные на основе известных уравнений связи между ними. Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется системой единиц ФВ. Единица основной ФВ в данной системе является *основной единицей системы*.

Система СИ – единственная система единиц ФВ, которая принята и используется в большинстве стран мира. Система СИ состоит из 7 основных, 2 дополнительных и ряда производных единиц. На территории нашей страны система единиц СИ действует с 1 января 1982 г. в соответствии с ГОСТ 8.417–81 «ГСИ. Единицы физических величин». Она возникла не на пустом месте и является логическим развитием предшествовавших ей систем единиц: СГС (основные единицы: сантиметр – грамм – секунда), МКГСС (основные единицы: метр – килограмм-сила – секунда), МКС (основные единицы: метр – килограмм – секунда) и др.

В названии системы ФВ применяют символы величин, принятых за основные. Например, система величин механики, в которой в качестве основных используются длина (L), масса (M) и время (T), называется системой LMT. Действующая международная система единиц СИ должна обозначаться символами LMTIΘNJ, обозначающими соответственно символы основных величин: длины (L), массы (M) и времени (T), силы электрического тока (I), температуры (Θ), количества вещества (N) и силы света (J).

*Производная единица системы единиц* – это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными единицами.

Единицы ФВ делятся на системные и внесистемные. *Системная единица* – единица ФВ, входящая в одну из принятых систем. Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными. *Внесистемная единица* – это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц.

Качество средств и результатов измерений принято характеризовать, указывая их погрешности. Введение понятия «погрешность» требует определения и четкого разграничения трех понятий: истинного и действительного значения измеряемой ФВ и результата измерения.

*Истинным* называется значение ФВ, идеальным образом характеризующее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении. Оно не зависит от средств нашего познания и является той абсолютной истиной, к которой мы стремимся, пы-

таясь выразить её в виде числовых значений. На практике это абстрактное понятие приходится заменять понятием «действительное значение».

*Действительным* называется значение ФВ, найденное экспериментально и настолько близкое к истинному, что в поставленной измерительной задаче оно может быть использовано вместо него.

*Результат измерения* представляет собой значение величины, полученное путем измерения.

*Погрешность результата измерения* – это отклонение результата измерения  $X$  от истинного (или действительного) значения  $Q$  измеряемой величины.

Она указывает границы неопределенности значения измеряемой величины. Близость к нулю погрешности результата измерения отражает *точность результата измерений*, которая является одной из характеристик качества измерения. Считают, что чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

*Погрешность средства измерений* – разность между показанием СИ и истинным (действительным) значением измеряемой ФВ. Она характеризует *точность средства измерений* (характеристику качества СИ, отражающую близость его погрешности к нулю).

Понятия погрешности результата измерения и погрешности средства измерений во многом близки друг к другу и классифицируются по одинаковым признакам.

По *характеру проявления* погрешности делятся на случайные, систематические, прогрессирующие и промахи, или грубые погрешности.

По *способу выражения* различают абсолютную, относительную и приведенную погрешности.

В зависимости от *причин возникновения* различают инструментальные погрешности измерения, погрешности метода измерений, погрешности из-за изменения условий измерения и субъективные погрешности измерения.

По *влиянию внешних условий* различают основную и дополнительную погрешности СИ. *Основная погрешность средства измерений* – погрешность СИ, применяемого в нормальных условиях. Для каждого средства оговариваются условия эксплуатации, при которых нормируется его погрешность. *Дополнительная погрешность средства измерений* – составляющая погрешности СИ, 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.

В зависимости от *влияния характера изменения измеряемых величин* погрешности СИ делят на статические и динамические. *Статической* называется погрешность средства измерений, применяемого для измерения ФВ, принимаемой за неизменную. *Динамической* называется погрешность СИ, возникающая дополнительно при измерении изменяющейся (в процессе измерений) ФВ. Динамическая погрешность СИ обусловлена несоответствием его реакции на скорость (частоту) изменения измеряемого сигнала.

### **Тема 3. Обработка результатов измерений и оценивание погрешностей измерений**

Задача состоит в том, чтобы по полученным экспериментальным путем результатам наблюдений, содержащим случайные погрешности, найти оценку истинного значения измеряемой величины – результат измерения. Будем полагать, что систематические погрешности в результатах наблюдений отсутствуют или исключены.

Оценка параметра называется *точечной*, если она выражается одним числом. Задача нахождения точечных оценок – частный случай статистической задачи нахождения оценок параметров функции распределения случайной величины на основании выборки.

К оценкам, получаемым по статистическим данным, предъявляются требования состоятельности, несмещенности и эффективности. Оценка называется *состоятельной*, если при увеличении числа наблюдений она стремится к истинному значению оцениваемой величины.

Оценка называется *несмещенной*, если ее математическое ожидание равно истинному значению оцениваемой величины. В том случае, когда можно найти несколько несмещенных оценок, лучшей из них считается та, которая имеет наименьшую дисперсию. Чем меньше дисперсия оценки, тем более *эффективной* считают эту оценку.

В практике измерений встречаются различные формы кривых распределения случайных величин, целесообразно классифицировать их следующим образом:

- трапецеидальные, например, равномерное, треугольное (Симпсона);
- экспоненциальные, например, распределение Лапласа, распределение Гаусса (нормальное);
- семейство распределений Стьюдента (предельное распределение семейства законов Стьюдента – распределение Коши);
- двухмодальные, например, дискретное двузначное распределение, арксинусоидальное распределение, остро- и кругло-вершинные двухмодальные распределения.

Учитывая многовариантность подходов к выбору оценок и в целях обеспечения единства измерений, правила обработки результатов наблюдений обычно регламентируются нормативно-техническими документами (стандартами, методическими указаниями, инструкциями). Так, в стандарте на методы обработки результатов прямых измерений с многократными наблюдениями указывается, что приведенные в нем методы обработки установлены для результатов наблюдений, принадлежащих нормальному распределению.

Для количественной оценки случайных погрешностей и установления границ случайной погрешности результата измерения могут использоваться: предельная погрешность, интервальная оценка, числовые характеристики закона распределения. Выбор конкретной оценки определяется необходимой полнотой сведений о погрешности, назначением измерений и характером использования их результатов. Комплексы оценок показателей точности установлены стандартами. В метрологической практике используют главным образом *квантильные оценки* доверительного интервала. Под *P*-процентным квантилем  $x_p$  понимают абсциссу такой вертикальной линии, слева от которой площадь под кривой плотности распределения равна *P* %. Иначе говоря, *квантиль* – это значение случайной величины (погрешности) с заданной доверительной вероятностью *P*.

Так как квантили, ограничивающие доверительный интервал погрешности могут быть выбраны различными, то при оценивании случайной погрешности доверительными границами необходимо одновременно указывать значение принятой доверительной вероятности (например,  $\pm 0,3$  В при  $P = 0,95$ ).

*Грубая погрешность, или промах*, – это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда. Источником грубых погрешностей нередко бывают ошибки, допущенные оператором во время измерений.

Прямые многократные измерения делятся на равноточные и неравноточные.

*Равноточными* называются измерения, которые проводятся средствами измерений одинаковой точности по одной и той же методике при неизменных внешних условиях. При равноточных измерениях СКО результатов всех рядов измерений равны между собой.

Задача обработки результатов многократных измерений заключается в нахождении оценки измеряемой величины и доверительного интервала, в котором находится ее истинное значение. Обработка должна проводиться в соответствии с ГОСТ 8.207–76 «ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Общие положения».

#### **Тема 4. Средства измерений**

Все измерения выполняются с помощью специальных технических средств с нормированными метрологическими характеристиками, воспроизводящих и хранящих единицу физической величины, размер которой принимается неизменным в пределах установ-

ленной погрешности в течение известного интервала времени. Такие технические средства являются средствами измерений. Средство измерений это техническое средство, предназначенное для измерений.

#### *Классификация средств измерений.*

- Меры предназначены для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров. К мерам относятся гири, концевые меры длины, нормальные элементы (меры ЭДС) и др. Меры, воспроизводящие физическую величину одного размера, называют однозначными. Меры, с помощью которых воспроизводятся физические величины разных размеров, называются многозначными.

- Измерительные преобразователи используются для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал с целью представления измеряемой величины в форме, удобной для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Измерительные преобразователи входят в состав измерительных приборов (установок, систем) или применяются вместе с каким-либо средством измерений.

- Измерительные приборы предназначены для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Измерительные приборы прямого действия преобразуют измеряемую величину без изменения её рода и отображают её на показывающем устройстве, проградуированном в единицах этой величины (амперметры, вольтметры и др.).

- Измерительные установки и системы представляют собой совокупность функционально объединённых средств измерений, мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств для измерений одной или нескольких физических величин.

#### *Метрологические характеристики средств измерений.*

Метрологическая характеристика средств измерений – это характеристика одного из свойств средства измерения, влияющая на результат измерения и на его погрешность. Для каждого типа средств измерений устанавливаются свои метрологические характеристики. Перечень метрологических характеристик, правила выбора комплекса нормируемых метрологических характеристик для средств измерений и способы их нормирования прописаны в ГОСТ 8.009–84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».

К метрологическим характеристикам относятся:

- длина деления шкалы, цена деления шкалы;
- градуировочная характеристика – зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений);
- диапазон показаний – область значений шкалы, которая ограничена конечным и начальным значениями шкалы);
- диапазон измерений – область значений измеряемой величины с нормированными допускаемыми погрешностями средства измерения;
- чувствительность прибора – отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к изменению измеряемой величины (сигнала на входе);
- вариация (нестабильность) показаний прибора – алгебраическая разность между наибольшим и наименьшим результатами измерений при многократном измерении одной и той же величины в неизменных условиях;
- стабильность средства измерений – свойство, выражающее неизменность во времени его метрологических характеристик (показаний).

#### *Классы точности средств измерений.*

Для средств измерений, используемых в повседневной практике, принято деление на классы точности, с помощью которых получают обобщенную метрологическую характеристику. Требования к метрологическим характеристикам прописаны в стандартах на средства измерений конкретного типа. Классы точности присваиваются средствам измерений с учетом результатов государственных приемочных испытаний. Обозначения классов точно-

сти наносятся на циферблаты, щитки и корпуса средств измерений, приводятся в нормативно-технических документах.

*Погрешность измерений.*

Абсолютная погрешность измерений – это отклонение значений величины, найденной путём её измерения, от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Погрешность прибора – это разность между показанием прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

## **Тема 5. Принцип метрологического обеспечения**

*Единство измерений.*

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в РФ единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы. Правовую основу единства измерений обеспечивает законодательная метрология со своими сводами государственных актов и нормативно-технических документов различного уровня, регламентирующими метрологическими правилами, требованиями и нормами.

*Эталон единицы величины* – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (или кратных либо дольных значений единицы величины) с целью передачи её размера другим средствам измерений данной величины. Эталоны классифицируются на первичные, вторичные и рабочие. *Первичный эталон* – это эталон, который воспроизводит единицу физической величины с самой высокой точностью, возможной в рассматриваемой области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Первичный эталон может быть национальным (государственным) и международным. Государственный эталон единицы величины – эталон единицы величины, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории России. Международные эталоны хранятся и поддерживаются в Международном бюро мер и весов (МБМВ). Вторичные эталоны могут утверждаться либо Госстандартом РФ, либо государственными научными метрологическими центрами, что связано с особенностями их использования.

*Рабочие эталоны* воспринимают размер единицы от вторичных эталонов и, в свою очередь, служат для передачи размера менее точному рабочему эталону и рабочим средствам измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов – это образцы веществ и материалов, химический состав или физические свойства которых типичны для данной группы веществ (материалов), определены с необходимой точностью, отличаются высоким постоянством и удостоверены сертификатом. Они играют важную роль в обеспечении единства измерений. В России действует Государственная служба стандартных образцов (ГССО) в составе НПО ВНИИМ им Д. И. Менделеева.

*Поверка средств измерений.*

Поверка средства измерений представляет собой совокупность операций, выполняющихся органами государственной метрологической службы для определения и подтверждения соответствия средства измерений регламентированным техническим требованиям. Средства измерений, подлежащие метрологическому контролю и надзору, подвергаются поверке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при продаже и выдаче на прокат, а также при эксплуатации. Поверку средств измерений осуществляют органы государственной метрологической службы (ГМС), государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), а также аккредитованные метрологические службы юридических лиц. Поверка проводится физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя по нормативным документам, утверждаемым по результатам испытаний с целью утверждения типа. Если средство измерений по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него и(или) техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и(или) выдаётся «Свидетельство о поверке». Если по результатам поверки средство измерений признано не пригодным к применению, оттиск поверительного клейма и (или)

«Свидетельство о поверке» аннулируются и выписывается «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в технической документации.

Существуют следующие *виды поверок*. Первичная поверка проводится для средств измерений утверждённых типов при выпуске их из производства, после ремонта, при ввозе из-за границы. При утверждении типа средств измерений единичного производства на каждое из них оформляется сертификат об утверждении типа; первичную поверку данные средства измерений не проходят. Периодическая поверка проводится для средств измерений, которые находятся в эксплуатации, через определённые межповерочные интервалы. Необходимость поверки обусловлена возможностью утраты измерительным средством метрологических показателей из-за временных и других воздействий.

Периодичность поверки зависит от временной нестабильности метрологических характеристик, интенсивности эксплуатации и важности результатов, получаемых с помощью средств измерений.

Внеочередная поверка проводится:

- при необходимости подтверждения пригодности средства измерений к применению;
- в случае применения средства измерений в качестве комплектующего по истечении половины межповерочного интервала;
- в случае повреждения клейма или утери свидетельства о поверке;
- при вводе в эксплуатацию после длительной консервации (более одного межповерочного интервала);
- при отправке средств измерений потребителю после истечения половины межповерочного интервала.

Экспертная поверка проводится при возникновении разногласий по вопросам, относящимся к метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Инспекционная поверка выполняется в рамках государственного надзора или ведомственного контроля, для контроля качества первичных или периодических поверок и определения пригодности средств измерений к применению.

*Калибровка средств измерений.*

Контроль средств измерений на предмет их пригодности к применению в мировой практике осуществляется двумя основными видами: поверкой и калибровкой.

Калибровка средства измерений – это совокупность операций, выполняемых калибровочной лабораторией с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и(или) пригодности средства измерений к применению в сферах, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору в соответствии с установленными требованиями.

Результаты калибровки средств измерений удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на средства измерений, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах. Поверку может выполнять орган государственной метрологической службы, а калибровку – любая аккредитованная и не аккредитованная организации.

*Методы поверки (калибровки) и поверочные схемы.*

В настоящее время применяются четыре метода поверки (калибровки) средств измерений:

1. Непосредственное сличение с эталоном. Этот метод широко применяется для различных средств измерений в таких областях, как электрические и магнитные измерения, для определения напряжения, частоты и силы тока.

2. Сличение с помощью компаратора. Метод основан на использовании прибора сравнения, с помощью которого сличаются поверяемое (калибруемое) и эталонное средства измерения.

3. Прямые измерения величины. Метод применяется, когда имеется возможность сличить испытуемый прибор с эталонным в определённых пределах измерений.

4. Косвенные измерения величины. Метод используется, когда действительные значения измеряемых величин невозможно определить прямыми измерениями либо когда кос-

венные измерения оказываются более точными, чем прямые. Этим методом определяют вначале не искомую характеристику, а другие, связанные с ней определённой зависимостью. Искомая характеристика определяется расчётным путём.

*Поверочная схема* – это утверждённый в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам измерений. Поверочная схема может быть: государственной и локальной.

Государственная поверочная схема устанавливает передачу информации о размере единицы в масштабах страны. Она возглавляется государственными или специальными эталонами. Государственные поверочные схемы разрабатываются научно-исследовательскими институтами Госстандарта РФ, держателями государственных эталонов.

Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб министерств (ведомств) и юридических лиц. Локальная поверочная схема уточняет требования государственной схемы применительно к специфике данного ведомства.

## **Тема 6. Сущность и содержание стандартизации, основные понятия и определения в области стандартизации: стандартизация, объект стандартизации, область стандартизации, уровень стандартизации**

*Стандартизация* – это деятельность по установлению норм, правил и характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендованных. Цель стандартизации – достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач. Основными результатами деятельности по стандартизации должны быть повышение степени соответствия продукта (услуги), процессов их функциональному назначению, устранению технических барьеров в международном товарообмене, содействию научно-техническому прогрессу и сотрудничеству в различных областях.

*Стандартизация* – эффективное средство организации производственных и экономических отношений в обществе, способствующее повышению качества продукции. По определению Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК), стандартизация – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определённой области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач. Это же определение было прописано в государственных стандартах Российской Федерации: ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения», ГОСТ Р 1.12–2004 «Стандартизация и смежные виды деятельности» и межгосударственном стандарте ГОСТ 1.1–2013 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения».

### *Объекты стандартизации.*

К объектам стандартизации относятся: продукция, организационно-методические и общетехнические объекты, организация работ по стандартизации, единый технический язык, типоразмерные ряды и типовые конструкции изделий общего применения (подшипники, крепеж, инструмент и др.), программные и технические средства информационных технологий, организация работ по метрологическому обеспечению, справочные данные о свойствах веществ и материалов, классификация и кодирование технико-экономической информации, охрана окружающей среды, достижения науки и техники и др. Объектами стандартизации на предприятии могут быть вопросы организационно-методического характера, документы, регламентирующие правила и порядок управления производством, управления качеством продукции, типовые технологические правила и нормы и т.д.

### *Стандарты на продукцию, на процессы (работу), услуги.*

При стандартизации организационно-методических и общетехнических объектов устанавливаются положения, обеспечивающие техническое единство при разработке, произ-

водстве, эксплуатации продукции и оказании услуг, например: организация работ по стандартизации, сертификации; разработка и постановка продукции на производство; правила оформления технической, управленческой, информационно-библиографической документации; общие правила обеспечения качества продукции; типоразмерные ряды и типовые конструкции; классификация и кодирование технико-экономической информации; метрологические и другие общетехнические правила и нормы.

При стандартизации продукции (услуг) в государственные стандарты включают обязательные требования к качеству продукции (услуги), обеспечивающие безопасность для жизни, здоровья и имущества потребителя; охрану окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость; методы контроля соответствия обязательным требованиям; методы маркировки как средство информации о выполнении обязательных требований и правилах безопасного использования продукции.

Обозначение государственного стандарта состоит из индекса (ГОСТ Р), регистрационного номера и отделенных тире двух последних цифр года принятия. В обозначении государственных стандартов, входящих в комплекс (систему) стандартов, в регистрационном номере первые цифры с точкой определяют шифр комплекса государственных стандартов.

Стандарты отраслей (ОСТ) могут разрабатываться и приниматься государственными органами управления в пределах их компетенции применительно к продукции, работам и услугам отраслевого значения. Компетенция указанных органов определяется положениями о них. Стандарты отраслей разрабатывают на два объекта: организационно-технические и общетехнические объекты; продукцию, процессы и услуги. Но объекты ОСТ имеют отраслевое значение.

ОСТ применяют предприятия, подведомственные государственному органу управления, принявшему стандарт.

Стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений (СТО). Объектами СТО являются:

- (2) принципиально новые (пионерные) виды продукции и услуг;
- (3) новые методы испытаний, методология экспертизы;
- (4) нетрадиционные технологии разработки, изготовления, хранения и новые принципы организации и управления производством;
- (5) прочие виды деятельности.

СТО разрабатываются для динамического отражения и распространения полученных в определенных областях знаний и сферах профессиональных интересов результатов фундаментальных и прикладных исследований.

СТП утверждает руководитель предприятия (объединения предприятий). СТП обязателен для работников данного предприятия, а поэтому (в отличие от ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ) является локальным нормативным актом.

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

Термин «нормативный документ» охватывает такие понятия, как стандарты и иные нормативные документы по стандартизации – правила, рекомендации, кодексы установившейся практики, общероссийские классификаторы.

*Стандарт* – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

*Регламент* – документ, содержащий обязательные правовые нормы и принятый органом власти.

*Классификатор* – официальный документ, представляющий систематизированный свод наименований и кодов классификационных группировок и (или) объектов классификации.

*Правила* – документ, устанавливающий обязательные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ

*Рекомендации* – положение, содержащее совет или указания.

*Норма* – положение, устанавливающее количественные или качественные критерии, которые должны быть удовлетворены.

*Кодекс установившейся практики* – документ, рекомендуемый практические правила или процедуры проектирования, изготовления, монтажа, технического обслуживания или эксплуатации, оборудования конструкций или изделий. Этот документ может быть стандартом, частью стандарта или самостоятельным документом.

## **Тема 7. Принципы, функции и методы стандартизации**

### *Цели стандартизации:*

повышения уровня безопасности жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, экологической безопасности, безопасности жизни или здоровья животных или растений и содействия соблюдению требований технических регламентов;

- повышения уровня безопасности объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- обеспечения научно-технического прогресса;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ и услуг;
- рационального использования ресурсов;
- технической и информационной совместимости;
- сопоставимости результатов исследований (испытаний) и измерений, технических и экономико-статистических данных;
- взаимозаменяемости продукции.

### *Принципы стандартизации:*

- добровольное применение стандартов и обеспечение условий для их единообразного применения;
- недопустимость создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;
- сбалансированность интересов сторон, разрабатывающих, изготавливающих, предоставляющих и потребляющих продукцию (услугу);
- системность стандартизации;
- динамичность и опережающее развитие стандарта;
- эффективность стандартизации;
- принцип гармонизации;
- четкость формулировок положений стандарта;
- комплексность стандартизации взаимосвязанных объектов;
- объективность проверки требований.

### *Функции стандартизации:*

- функция упорядочения – преодоление неразумного многообразия объектов;
- охранная (социальная) функция – обеспечение безопасности потребителей продукции (услуг), изготовителей и государства, объединение усилий человечества по защите природы от техногенного воздействия цивилизации;
- ресурсосберегающая функция обусловлена ограниченностью материальных, энергетических, трудовых и природных ресурсов и заключается в установлении в НД обоснованных ограничений на расходование ресурсов;
- коммуникативная функция обеспечивает общение и взаимодействие людей, в частности специалистов, путем личного обмена или использования документальных средств, аппаратных (компьютерных, спутниковых и пр.) систем и каналов передачи сообщений;
- цивилизующая функция направлена на повышение качества продукции и услуг как составляющей качества жизни. В этом смысле стандарты отражают степень общественного развития страны, т.е. уровень цивилизации;

- информационная функция - обеспечение материального производства, науки и техники нормативными документами, эталонами мер, эталонами продукции, каталогами продукции как носителями ценной технической и управленческой информации;

- функция нормотворчества и право – узаконивание требований к объектам стандартизации в форме обязательного стандарта (или другого НД) и его всеобщем применении в результате придания документу юридической силы.

*Основные задачи стандартизации:*

- обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями (заказчиками);

- установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе обеспечивающих ее безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;

- установление требований по совместимости (конструктивной, электрической, электромагнитной, информационной, программной и др.), а также взаимозаменяемости продукции;

- согласование и увязка показателей и характеристик продукции, ее элементов, комплектующих изделий, сырья и материалов;

- унификация на основе установления и применения параметрических и типоразмерных рядов, базовых конструкций, конструктивно-унифицированных блочно-модульных составных частей изделий;

- установление метрологических норм, правил, положений и требований;

- нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;

- установление требований к технологическим процессам, в том числе в целях снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости, обеспечения применения малоотходных технологий;

- создание и ведение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;

- нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических проектов и инфраструктурных комплексов (транспорт, связь, оборона, охрана окружающей среды, контроль среды обитания, безопасность населения и т.д.);

- создание системы каталогизации для обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях продукции;

- содействие реализации законодательства Российской Федерации методами и средствами стандартизации.

*Методы стандартизации* – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации. К методам стандартизации относятся: упорядочение объектов стандартизации; параметрическая стандартизация; унификация продукции; агрегатирование; комплексная стандартизация; опережающая стандартизация.

*Виды стандартов.*

1. основополагающие стандарты – нормативные документы, утвержденные для определенных областей науки, техники и производства, содержащие в себе общие положения, принципы, правила и нормы для данных областей.

2. Стандарты на продукцию (услуги) – нормативные документы, утверждающие требования либо к определенному виду продукции (услуги), либо к группам однородной продукции (услуги). Существуют две следующих разновидности данного нормативного документа: стандарты общих технических условий, применяющиеся к группам однородной продукции (услуг) и стандарты технических условий, применяющиеся к конкретным видам продукции (услуги).

3. Стандарты на работы (процесс) – нормативные документы, утверждающие нормы и правила для различных видов работ, которые проводятся на определенных стадиях жизненного цикла продукции (разработка, изготовление, потребление, хранение, транспортировка,

ремонт и утилизация).

4. Стандарты на методы контроля (испытания, измерения, анализа) должны обеспечивать полный контроль над выполнением обязательных требований к качеству продукции, определенному принятыми стандартами. В данном типе стандартов должны утверждаться максимально объективные методы контроля, дающие воспроизводимые и сопоставимые результаты. Основой стандартизированных методов контроля являются Международные стандарты. В стандарте обязательно должна присутствовать информация о возможной допустимой погрешности измерений.

*Основой Государственной системы стандартизации РФ* (ГСС РФ) является фонд законов, подзаконных актов, нормативных документов по стандартизации. Этот фонд представляет четырехуровневую систему:

- I. Техническое законодательство;
- II. Государственные стандарты, общероссийские классификаторы технико-экономической информации;
- III. Стандарты отрасли и стандарты научно-технических и инженерных обществ;
- IV. Стандарты предприятий и технические условия.

Техническое законодательство является правовой основой ГСС. Оно представляет совокупность законов РФ, подзаконных актов по стандартизации (постановлений Правительства РФ, приказов федеральных органов исполнительной власти), применяемых для государственного регулирования качества продукции и услуг. Правовую основу его составляют, прежде всего, законы РФ «О стандартизации» от 10.06.93 г. №5154–1 (в ред. Федерального закона от 27.12.95 №211-ФЗ); «Об обеспечении единства измерений»; «О сертификации продукции и услуг».

Нормативные документы II уровня представлены:

- государственными стандартами Российской Федерации;
- межгосударственными стандартами (ГОСТами), введенными в действие постановлением Госстандарта России (Госстроя России) в качестве государственных стандартов Российской Федерации;
- государственными стандартами бывшего Союза ССР (ГОСТ);
- правилами, нормами и рекомендациями по стандартизации;
- общероссийскими классификаторами технико-экономической и социальной информации.

Нормативные документы III уровня представлены стандартами, сфера применения которых ограничена, определенной отраслью народного хозяйства – отраслевыми стандартами (ОСТ) или сферой деятельности – стандартами научно-технических и инженерных обществ (СТО).

Нормативные документы IV уровня представлены НД, сфера действия которых ограничена рамками организации (предприятия) – стандартами предприятий (СТП) и техническими условиями (ТУ).

Закон РФ от 10.06.93 №5154–1 «О стандартизации» устанавливает основные положения, принципы, понятия, порядок организации работ в области стандартизации, которые являются единственными и обязательными для всех предприятий независимо от их формы собственности, а также для частных предпринимателей.

Отношения в области стандартизации регулируются настоящим Законом и издаваемыми в соответствии с ним актами законодательства РФ (ст. 2 Закона РФ «О стандартизации»).

Методологические вопросы стандартизации, ее организации и функционирования изложены в комплексе государственных основополагающих стандартов «Государственная система стандартизации Российской Федерации», новая редакция которого принята в 1993 г. и введена в действие с 1 апреля 1994 г.

Государственный контроль и надзор за соблюдением субъектами хозяйственной деятельности обязательных требований государственных стандартов осуществляется на стадиях

разработки, подготовки продукции к производству, ее изготовления, реализации (поставки, продажи), использования (эксплуатации), хранения, транспортирования и утилизации, а также при выполнении работ и оказании услуг.

*Гармонизация стандарта* – это приведение его содержания в соответствие с другим стандартом для обеспечения взаимозаменяемости продукции (услуг), взаимного понимания результатов испытаний и информации, содержащейся в стандартах.

В такой же степени гармонизация может быть отнесена и к техническим регламентам. Гармонизованные (эквивалентные) стандарты могут содержать некоторые различия: по форме, в пояснительных примечаниях, в отдельных специальных указаниях и т.п. В связи с этим Руководство 2 ИСО/МЭК предлагает термины: идентичные стандарты и унифицированные стандарты.

*Идентичные стандарты* – гармонизованные стандарты, полностью идентичные по содержанию и по форме. Нередко это точный перевод стандарта (международного, регионального), принятого в национальной системе стандартизации. Эти стандарты могут отличаться лишь обозначением (шифром, кодом).

*Унифицированные стандарты* – это гармонизованные стандарты, которые по содержанию идентичны, но отличаются по форме представления.

В зависимости от нормативного документа, по отношению к которому гармонизируется стандарт, различаются *уровни гармонизации*.

Стандарты, гармонизованные на международном уровне – гармонизованы с международным стандартом.

Стандарты, гармонизованные на региональном уровне – гармонизованы с региональным стандартом.

Стандарты, гармонизованные на многосторонней основе – гармонизованы тремя или более органами по стандартизации.

Стандарты, гармонизованные на двусторонней основе – гармонизованы двумя органами, занимающимися стандартизацией.

Гармонизация нередко проводится в рамках двусторонних или многосторонних соглашений. Гармонизованные стандарты не аналогичны односторонне согласованным и сопоставимым

стандартам.

*Односторонне согласованный стандарт* – это нормативный документ, согласованный с другим стандартом таким образом, чтобы продукция, процессы, услуги, испытания и информация, представляемые в соответствии с первым стандартом, отвечали требованиям второго, но не наоборот.

*Сопоставимые стандарты* – это нормативные документы на одну и ту же продукцию (процессы, услуги), утвержденные различными органами по стандартизации. Они содержат различные требования, но относящиеся к одним и тем же характеристикам (свойствам) объекта стандартизации, которые оцениваются с помощью одних и тех же методов. Это позволяет сопоставить различия в требованиях. Неодносторонне согласованные, несопоставимые стандарты не являются гармонизованными (эквивалентными), так как не обеспечивают взаимозаменяемость продукции (услуги) и др.

## **Тема 8. Основные понятия сертификации**

*Сертификация* – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

Сертификация осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, сводам правил, условиям договоров;

- содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Российской Федерации, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

*Объектами сертификации* являются продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, в отношении которых стандартами, системами сертификации и договорами устанавливаются требования.

Сертификация бывает двух видов:

- добровольная;
- обязательная.

*Добровольная* сертификация осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольная сертификация может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, сводам правил, системам добровольной сертификации, условиям договоров, рецептов и других документов, определяемых заявителем. Система добровольной сертификации обычно вводится для повышения спроса на продукцию за счет информации о высоком качестве и безопасности продукции, обеспечения более высокого взаимного доверия поставщиков и потребителей, больших возможностей потребителей в выборе продукции.

*Обязательная* сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом. Обязательной сертификации подлежат большинство видов продукции и оборудования, как производимых в России, так и импортируемых из-за рубежа.

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации.

*Сертификат соответствия* – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводам правил или условиям договоров.

Для удостоверения соответствия различной продукции, работ или иных объектов техническим регламентам или стандартам, для помощи потребителя в выборе продукции или услуг, для повышения конкурентоспособности, а так же для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Российской Федерации существует подтверждение соответствия.

*Подтверждение соответствия* – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводам правил или условиям договоров.

Работа по сертификации осуществляется системой сертификации, возглавляемой Госстандартом РФ на основании Закона РФ «О сертификации продукции и услуг», Закона РФ «О защите прав потребителей» и других нормативных актов.

*Условия сертификации:*

- работа по проведению сертификации выполняется на основе законодательной базы;
- в проведении работ по сертификации участвуют предприятия, организации, учреждения;
- гармонизация рекомендаций и правил проведения сертификации с международными правилами, нормами и рекомендациями;
- открытость информации; необходимость обеспечить информирование всех участвующих в процедуре сторон: изготовителя, потребителя и других заинтересованных лиц в ре-

зультате сертификации;

- закрытость информации: при проведении сертификации необходимо обеспечить конфиденциальность информации, являющейся коммерческой тайной.

*Правила и порядок проведения сертификации:*

- заявителем подается заявка в соответствующий орган по проведению процедуры сертификации;

- орган принимает заявку, выносит решение о проведении сертификации;

- заявитель выбирает испытательную лабораторию из перечня, предложенного органом по сертификации и заключает договор о проведении сертификации;

- испытательная лаборатория выполняет процедуру отбора необходимых для проведения испытания образцов, проводит необходимые испытания и оформляет заключение в виде протокола испытания.

На основании протокола испытания выдается сертификат соответствия (или не выдается). На основании сертификата выдается лицензия, дающая право использовать знак соответствия.

Контроль за прошедшей сертификацию продукцией осуществляет орган по проведению сертификации.

*Система сертификации. Схема сертификации.*

Система сертификации ГОСТ Р, созданная и управляемая Госстандартом России, включает систему обязательной и систему добровольной сертификации.

*Схема сертификации* – определенное сочетание инспекционных и контрольных действий, необходимое при проведении сертификации. Всего в России предлагается 16 различных схем сертификации. Основной задачей при выборе схемы сертификации является обеспечение необходимой доказательности сертификации.

*Органы по сертификации.*

Органы по сертификации осуществляют следующие действия: сертификацию товаров и услуг; проведение инспекционного контроля за сертифицированными товарами; приостановку или отмену действия выданного ранее сертификата; обеспечивает заявителя необходимой информацией; несет ответственность за соблюдение правил сертификации товаров и услуг.

Испытательные лаборатории, прошедшие аккредитацию выполняют следующие функции: испытание конкретной продукции; проведение конкретных видов испытаний; выдача протоколов испытаний; отвечает за достоверность результатов.

Орган по проведению сертификации называется сертификационным центром. Для координации и организации работ в системах сертификации однородных видов продукции и услуг создаются центральные органы систем сертификации (ЦОС).

*Подтверждение соответствия.*

Подтверждениями соответствия являются: сертификация продукции, декларация продукции.

Формы подтверждения соответствия: сертификат, декларация о соответствии, знак соответствия.

*Цели подтверждения соответствия:*

- удостоверение соответствия продукции и процессов жизненного цикла продукции, работ и услуг (или иных объектов) техническим регламентам, стандартам, условиям договоров;

- повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;

- содействие приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;

- создание условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ, а также осуществления международной торговли.

*Принципы подтверждения соответствия:*

- доступность информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;

- установление в соответствующем техническом регламенте перечня форм и схем обязательного соответствия по отношению к объектам, определенным видам;
- ориентация на уменьшение срока проведения процедуры обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимость принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия;
- недопустимость подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией;
- защита имущественных интересов заявителей, соблюдение коммерческой тайны в отношении сведений полученных при проведении подтверждения соответствия;
- недопустимость применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования;
- презумпция (лат. предположение) соответствия продукции, маркированной знаком соответствия.

*Нормативная база сертификации:* законодательные акты РФ, Закон РФ «О сертификации продукции и услуг», закон РФ «О защите прав потребителей». На основании этих законов выполняется обязательная сертификация товаров и услуг.

Участниками сертификации являются:

- Национальный орган по сертификации (Госстандарт России);
- Центральные органы систем сертификации;
- Органы по сертификации;
- испытательные лаборатории;
- изготовители (продавцы, исполнители) продукции.

Госстандарт России является национальным органом по сертификации в соответствии с Законом РФ «О сертификации продукции и услуг» и выполняет при проведении работ по обязательной сертификации следующие основные функции:

- формирует и реализует государственную политику в области сертификации;
- проводит государственную регистрацию систем сертификации;
- представляет Российскую Федерацию в международных организациях по вопросам сертификации;
- устанавливает правила и процедуры проведения сертификации в этих системах;
- определяет центральные органы систем сертификации;
- аккредитует органы по сертификации и испытательные лаборатории, выдает им лицензии на проведение определенных видов работ;
- ведет государственный реестр участников и объектов сертификации;
- осуществляет государственный контроль и надзор и устанавливает порядок инспекционного контроля за соблюдением правил сертификации.
- рассматривает апелляции по вопросам сертификации.

Центральные органы – органы, возглавляющие систему сертификации однородной продукции. Центральные органы выполняют следующие функции:

- организуют работы в системе и осуществляют руководство ею;
- рассматривают апелляции по поводу действий органов по сертификации и испытательных лабораторий, входящих в систему;
- ведут учет органов, испытательных лабораторий, сертификатов и лицензий на использование знака соответствия.

Органы по сертификации – органы, проводящие сертификацию соответствия. Выполняют следующие функции:

- сертифицируют продукцию, выдают сертификаты и лицензии на применение знака соответствия;
- приостанавливают либо отменяют действия выданных ими сертификатов;
- предоставляют заявителю по его требованию необходимую информацию в пределах его компетенции.

Аккредитованные испытательные лаборатории осуществляют испытания конкретной продукции или конкретные виды испытаний и выдают протоколы испытаний для целей сертификации.

Изготовители (продавцы, исполнители) продукции при проведении сертификации:

- направляют заявку на проведение сертификации, представляют продукцию, нормативную и другую документацию, необходимую для проведения сертификации;
- обеспечивают соответствие реализуемой продукции требованиям нормативных документов, на соответствие которым она была сертифицирована;
- указывают в сопроводительной технической документации сведения о сертификации, обеспечивают доведение этой информации до потребителя;
- приостанавливают или прекращают реализацию продукции, если она не отвечает требованиям нормативных документов, по истечении срока действия, либо отмены сертификата.

Непосредственное проведение работ по сертификации осуществляют специально подготовленные и аттестованные эксперты.

Подготовку экспертов осуществляют организации, аккредитованные для этих целей Госстандартом России.

В состав системы сертификации включаются также структурные элементы, выполняющие вспомогательные функции - методические центры и апелляционные комиссии.

*Систему сертификации (в общем виде) составляют:*

- правила и порядок проведения сертификации;
- нормативные документы, на соответствие которым осуществляется сертификация;
- процедуры (схемы) сертификации;
- порядок инспекционного контроля.

В состав Закона «О защите прав потребителей» в России введена обязательная сертификация товаров (работ, услуг), на которые в законодательных актах или стандартах установлены требования, направленные на обеспечение безопасности жизни, здоровья потребителей и охраны окружающей среды.

Этим законом Госстандарт России определен национальным органом, в функции которого входят установление порядка сертификации и осуществление контроля за его соблюдением.

Закон «О сертификации продукции и услуг» и «Правила по проведению сертификации в Российской Федерации» определяют, что Госстандарт России на основе общих правил создает системы сертификации однородной продукции и устанавливает правила и процедуры сертификации в этих системах.

Для решения этой задачи Госстандартом России введен в действие комплекс документов Российской Системы сертификации (Система сертификации ГОСТ Р), определяющих порядок работ по сертификации, включающий:

- основные цели и принципы системы;
- правила;
- требования к органам по сертификации и порядок их аккредитации;
- порядок проведения сертификации;
- требования к испытательным лабораториям и порядок их аккредитации;
- порядок оплаты работ по сертификации и аккредитации и др.

На базе этого комплекса документов в Системе сертификации ГОСТ Р разрабатываются и применяются соответствующие документы, детализирующие конкретные особенности сертификации по направлениям:

- сертификация продукции;
- сертификация услуг;
- сертификация производства;
- сертификация систем качества.

Создаваемая Российская система сертификации полностью отвечает принципам, сформулированным в международных документах ИСО/МЭК, и использует механизмы, принятые

мировым обществом. Она предусматривает проведение сертификационных испытаний аккредитованными испытательными организациями всех форм собственности, сохраняя право выдачи сертификатов, в первую очередь за уполномоченными государственными структурами.

Сертификация проводится по установленным в системе сертификации схемам.

*Схема сертификации* – это состав и последовательность действий третьей стороны при оценке соответствия продукции, услуг, систем качества и персонала, зависящие от вида продукции, целей сертификации и объема продукции (товара), который определяется органом по сертификации. Как правило, система сертификации предусматривает несколько схем.

При выборе схемы должны учитываться особенности производства, испытаний, поставки и использования конкретной продукции, требуемый уровень доказательности, возможные затраты заявителя. Схема сертификации должна обеспечивать необходимую доказательность последней. Для этого рекомендуется использовать общепризнанные схемы, в том числе и в международной практике. Выбор схемы сертификации оговаривается с заявителем, т.к. сертификация продукции проводится в первую очередь по инициативе производителя или импортера продукции. Сертификаты оформляются на контракт, на партию или на серийный выпуск.

В РФ используется 9 основных схем и 4 их модификации (всего 10 основных схем и 5 дополнительных), большинство из которых признаны за рубежом и являются общепринятыми. Схемы 1а, 2а, 3а и 4а дополнительные. Они модифицируют соответственно схемы 1, 2, 3 и 4. Каждая схема отличается друг от друга параметрами оценки или критериями, видами испытаний выпускаемой продукции на основе оцениваемых отобранных образцов, типовыми представителями, объемом испытаний, отбором образцов для испытания и т.д.

Выбор схемы сертификации зависит от объекта, вида и форм продукта и утверждается органом, разрешающим сертификацию.

Каждая схема сертификации включает один основной параметр, метод выборочной проверки и инспекционный контроль.

Схемы сертификации и декларирования представлены в виде таблиц в национальных стандартах ГОСТ Р 53603 – 2009 «Оценка соответствия. Схемы сертификации продукции в Российской Федерации» и ГОСТ Р 54008–2009 «Оценка соответствия. Схемы декларирования соответствия» соответственно. Таким образом, схема сертификации – это схема подтверждения соответствия, применяемая при сертификации продукции. При выборе схем учитывается степень потенциальной опасности продукции.

Схемы сертификации 1С-5С и 8С-12С применяют в отношении выпускаемой продукции, когда заявителем является изготовитель продукции. Схемы 6С и 7с применяют в отношении отдельных партий или единиц продукции, когда заявителем является изготовитель продукции или продавец. Схемы сертификации 8С-10С предназначены для сертификации выпускаемой продукции, когда требования, соответствие которым оценивается, в полной мере невозможно или затруднительно проверить при сертификационных испытаниях готовой продукции. Схема сертификации 13С может использоваться для сертификации типа как самостоятельного объекта сертификации. Сертификации 14С используется для сертификации проекта как самостоятельной продукции.

Схемы сертификации работ и услуг включают следующие элементы:

- подача заявки на сертификацию;
- рассмотрение и принятие решения по заявке;
- оценка соответствия работ и услуг установленным требованиям;
- принятие решения о возможности выдачи сертификата;
- выдача сертификата;
- инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг.

Не все работы, предусмотренные схемой сертификации, выполняются непосредственно органом по сертификации.

Например, сертификация систем качества изготовителя (в отдельных случаях и аттестация производства) выполняется организациями, аккредитованными в Системе на право проведения этой деятельности. Испытания проводятся в испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных на право проведения этих работ. В системах сертификации услуг испытания осуществляется, как правило, на месте производства услуг, т.е. на предприятии-заявителе с использованием технологического и контрольно-измерительного оборудования заявителя.

## **Тема 9. Сертификация систем качества и производств**

### *Понятие качества продукции.*

Качество продукции – это определенный перечень показателей, свойств продукции, благодаря которой она способна удовлетворить необходимые потребности потребителя при ее использовании. Качество – объект планирования. Поэтому существует численное выражение измерения и оценки качества продукции – квалиметрия.

Основные цели квалиметрии – создание методов определения численных значений показателей качества.

К методам оценки показателей качества относятся: измерительный, расчетный, органомерический, экспертный, социологический, традиционный.

Номенклатура показателей качества: показатели назначения, показатели надежности, показатели технологичности, показатели стандартизации и унификации, показатели транспортабельности, эргонометрические, эстетические, патентно-правовые, экологические, безопасности, экономические.

Качество продукции не ограничивается только одним свойством, это совокупность свойств. Качество продукции оценивается на основе количественного измерения определяющих ее свойств.

### *Техника и технология проведения сертификации продукции (производства).*

Для проведения сертификации продукции в рамках РОСС отечественный или иностранный заявитель направляет декларацию – заявку установленной формы в орган по сертификации, аккредитованный в системе по группе однородной продукции. Орган рассматривает декларацию-заявку и сообщает свое решение в срок 1 месяц. В решении указываются основные условия сертификации, испытательная лаборатория и/или орган, который будет проводить аттестацию производства или сертификацию системы качества предприятия-заявителя.

Заявитель представляет образцы и техническую документацию к ним, состав и содержание которой устанавливаются в порядке сертификации однородной продукции количества образцов; порядок их отбора, идентификация и хранение устанавливаются нормативными или организационно методическими документами по сертификации продукции и методикам испытаний.

При положительных результатах протокол испытаний направляется органу по сертификации данной продукции и в копии – заявителю.

### *Аттестация производства.*

При проведении аттестации используются следующие категории:

- полнота соответствия технической документации на продукцию и методы ее испытаний (контроля) требованиям нормативным документам, на соответствие которым проводится сертификация;

- достаточность и качество проведения операций контроля при производстве продукции, в том числе метрологического обеспечения;

- состояние технологических операций, определяющих уровень сертифицируемых характеристик и требований;

- стабильность соответствия изготавливаемой продукции требованиям НД;

- распределение ответственности персонала за обеспечение качества продукции.

При положительных результатах аттестат производства направляют органу по сертификации продукции и в копии – заявителю.

Срок действия сертификата устанавливает орган по сертификации с учетом срока действия нормативных документов на продукцию, а также срока, на который аттестовано производство или сертифицированные системы качества, но не более чем на 3 года.

*Сертификация персонала* – официальная, беспристрастная и независимая оценка компетентности, уровня знаний и навыков персонала.

*Основные цели сертификации персонала:* установление уровня подготовки, профессиональных знаний, навыков и опыта специалиста для подтверждения его соответствия установленным требованиям и определения его возможностей надлежащим образом осуществлять конкретные действия в той или иной сфере деятельности.

Сертификация персонала не заменяет базовое образование и не ставит его под сомнение. Интенсивное развитие промышленности и услуг с каждым годом предъявляет к специалистам новые требования по уровню знаний техники, программного обеспечения, нормативных документов.

*Актуальность сертификации персонала.*

Одной из наиболее актуальных тем на сегодняшний день является членство России во Всемирной торговой организации (ВТО). Очевидно, что это позволит Российской Федерации достигнуть определенных целей, послужит новым витком развития экономики, направленным на цивилизованные отношения на рынке. Однако, это и от России требует проведения существенных преобразований в уже существующей сфере экономики, так как необходимо будет работать по единым правилам, действующим в ВТО, в числе которых: сертификация производимой продукции, сертификация систем менеджмента, сертификация персонала.

*Процесс сертификации персонала включает в себя:*

- подачу заявления на сертификацию в орган по сертификации;
- принятие мотивированного решения по заявлению, в том числе, назначение процедуры сертификации, заключение договора на сертификацию;
- сдача Заявителем экзаменов, представление протокола экзамена;
- рассмотрение в установленном порядке полного комплекта документов Заявителя и принятие решения о выдаче (об отказе в выдаче) Сертификата соответствия;
- выдачу Сертификата соответствия и его регистрации в Реестре Системы;
- проведение контроля за деятельностью сертифицированного специалиста;
- распространение информации о результатах сертификации.

*Объекты сертификации персонала.*

- физические лица, добровольно пожелавшие получить документальное подтверждение соответствия своей профессиональной подготовки или компетентности требованиям профессионального стандарта занимаемой или предполагаемой в перспективе должности/профессии.

- должностные лица, специалисты, руководители трудовых коллективов, отдельные категории персонала; отдельные трудовые коллективы; отдельные категории работников

*Документы по итогам сертификации.*

По итогам сертификации выдается сертификат соответствия установленного образца. Сертификат соответствия вступает в силу с момента его регистрации в реестре Системы. Срок действия сертификата соответствия устанавливается ОС, но не более чем на три года.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Задачей практических занятий является закрепление знаний, полученных на лекциях, а также выработки практических навыков поиска и применения информации, необходимой инженеру в процессе его деятельности. При решении задач обращается внимание на логику решения, на правильность используемых методов. Далее проводится анализ полученного решения, результат сопоставляется с реальными объектами, что вырабатывает у студентов инженерную интуицию.

К выполнению заданий следует приступать после прочтения теоретического материала, изложенного на лекциях в рекомендуемой литературе.

## Тема 1. Физические величины и их измерение

Физическая величина – это свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта, т.е. чтобы определить физическую величину, ее надо измерить.

Измерение – это нахождение значения физической величины опытным путем, как правило, с помощью специальных технических средств. Являясь одним из способов познания природы, измерения содействуют научным открытиям и их внедрению в практику. Изучение явлений природы, отыскание законов, которым эти явления подчинены, связаны с измерениями и сводятся в конечном итоге к определению количественных отношений, через которые вскрываются и качественные стороны изучаемых предметов и явлений. Как писал английский ученый В. Кельвин: «Каждая вещь известна лишь в той степени, в какой ее можно измерить».

### Решить задачи по вариантам

Примечание: использовать материал лекции: «Метрология: теории и средства измерений».

- Рассмотрим понятия: вкус, масса, запах, эстетичность, скорость, давление. Какие из этих понятий должны быть отнесены к свойствам, а какие к физическим величинам, характеризующим свойства?

- Сформулируйте различие между рядами величин: Вариант 1 – 1; 3; 0,5 и 10 и 1 кг; 3 мин; 0,5 л; 10 см. Вариант 2 – 0,3; 2; 4 и 9 и 0,3 кг; 2 мин; 4 л; 9 см. Вариант 3 – 1; 5; 0,7 и 8 и 1 кг; 5 мин; 0,7 л; 8 см. Вариант 4 – 3; 5; 0,3 и 7 и 3 кг; 5 мин; 0,3 л; 7 см. Вариант 5 – 2; 3; 0,1 и 5 и 2 кг; 3 мин; 0,1 л; 5 см.

- С какими единицами физических величин осуществлялось сравнение объектов, если в результате измерений были получены следующие значения:

Вариант 1 – 1 г; 10 Н; 3 Тл; 20 кг; 5 А; 0,1 В ?

Вариант 2 – 2 г; 20 Н; 4 Тл; 30 кг; 6 А; 0,2 В ?

Вариант 3 – 3 г; 30 Н; 5 Тл; 40 кг; 7 А; 0,3 В ?

Вариант 4 – 4 г; 40 Н; 6 Тл; 50 кг; 8 А; 0,4 В ?

Вариант 5 – 5 г; 50 Н; 7 Тл; 60 кг; 9 А; 0,5 В ?

- Примените другие единицы для выражения результатов измерений, приведенных в предыдущей задаче (каждый свой вариант). Как при этом изменится физический размер величины и ее числовое значение?

- Проанализируйте основное уравнение измерения  $Q = nU$ , где  $Q$  – измеряемая физическая величина,  $U$  – единица измеряемой физической величины,  $n$  – отношение измеряемой величины к единице физической величины, на примере длины отрезка прямой в

Вариант 1 – 5 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 2 – 6 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 3 – 7 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 4 – 8 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Вариант 5 – 9 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

- Выразите размерность математического определения дальности полета снаряда.

- На примере существующих единиц времени, кратных основной единице – секунде, покажите сохраняемость размерности – качественной характеристики и изменяемость размера – количественной характеристики.

### Контрольные вопросы

Что называется физической величиной (ФВ) привести примеры физических величин.

Что является важным отличительным признаком измеряемых ФВ?

Какие характеристики имеют ФВ?

Как можно качественно различить измеряемую ФВ?

Что является количественной характеристикой измеряемой ФВ?

## Тема 2. Единицы и системы единиц физических величин

### Решить задачи.

Оцените недостатки английской «системы» единиц физических величин:

#### Единицы длины

1 ярд = 3 фута

1 фут = 12 дюймов

1 миля = 5280 футов

1 миля = 1760 ярдов

#### Единицы объема для жидкостей

1 галлон = 4 кварты

1 галлон = 231 куб. дюйм

#### Единицы веса и массы

1 фунт = 16 унций

1 тонна = 2000 фунтов

Обязателен ли был выбор основной единицы длины – метр? На чем отразится в первую очередь выбор другой единицы в качестве основной, например, аршина, дюйма, мили и т.д.?

Основной единицей для электрических величин в Международной системе единиц физических величин является ампер (А). Какая зависимость определяет производную единицу электрического напряжения – вольт (В)?

Рациональный способ изображения больших и малых числовых значений предполагает в качестве кратных единиц применение единиц от  $10^2$  (гекто-) до  $10^{18}$  (экса-), а дольных от  $10^{-1}$  (деци-) до  $10^{-18}$  (атто-). На какую единицу физической величины это правило не распространяется?

Что больше микрофарад или аттофарад?

При чтении иностранного технического журнала Вам встретились обозначения в %, ‰, ppm. Расшифруйте их.

Напишите формулы размерности, выразите через основные и дополнительные единицы СИ и приведите наименования единиц следующих электрических величин: 1) частоты; 2) мощности; 3) энергии.

В каком соотношении должны были бы находиться миллиграмм и микрокилограмм, если бы приставки давались килограмму?

Укажите на допущенные ошибки в записи результатов измерений: 1000кВт; 5°, 758.

По размерности и выражению через основные и дополнительные единицы определите какие это единицы физических величин: 1)  $L^2MT^{-2}$ ;  $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ ; 2)  $LT^{-1}$ ; м/с; 3)  $LT^{-2}$ ; м/с<sup>2</sup>.

Какие единицы массы временно допускаются к применению и в каких областях человеческой деятельности?

## Тема 3. Выявление и исключение грубых погрешностей (промахов)

Грубые погрешности измерений (промахов) могут сильно исказить  $x$ , но и доверительный интервал, поэтому их исключение из серии измерений обязательно. Обычно они сразу видны в ряду полученных результатов, но в каждом конкретном случае это необходимо доказать. Существуют ряд критериев для оценки промахов.

### Решить задачу.

1. Измерение силы тока дало следующие результаты: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,20; 10,40 А. Необходимо проверить, не является ли промахом значение 10,40 А?

### Контрольные вопросы

Что называется погрешностью измерения?

Какие причины возникновения грубой погрешности (промаха)?

Как можно исключить грубые погрешности?

Когда можно применять критерий Романовского для оценки грубых промахов?

Когда применяют критерий Шовине?

#### **Тема 4. Расчет методических и инструментальных погрешностей измерения напряжения** **Решить задачу по вариантам.**

К зажимам цепи, состоящей из двух последовательно соединенных резисторов с сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  приложено напряжение  $U$ . Для измерения напряжения на участке  $ab$  в цепь параллельно резистору  $R_1$  сначала включается электромеханический аналоговый вольтметр с измерительным механизмом магнитоэлектрической системы (магнитоэлектрический вольтметр), а затем цифровой вольтметр.

##### **Задание:**

- Определить относительную методическую погрешность измерения напряжения на резисторе  $R_1$ , обусловленную подключением магнитоэлектрического вольтметра к зажимам  $a$  и  $b$ . Объяснить, от чего в данном случае зависит методическая погрешность, и каким образом можно сделать эту погрешность меньше.
- Определить наибольшую допустимую погрешность измерения, обусловленную основной погрешностью магнитоэлектрического вольтметра (классом точности).
- Рассчитать абсолютные погрешности измерения: методическую, инструментальную.
- Записать результат измерения, округлив по правилам рассчитанную абсолютную погрешность и показания вольтметра магнитоэлектрической системы.
- Для указанного в задании типа цифрового вольтметра выписать из справочника его технические характеристики:
  - тип прибора;
  - класс точности;
  - предельное значение поддиапазона напряжения, наиболее подходящего для измерения напряжения на  $R_1$ ;
  - входное сопротивление прибора, соответствующее выбранному поддиапазону;
  - формулу для расчета максимальной относительной погрешности.

#### **Тема 5. Расчет методических и инструментальных погрешностей измерения сопротивления методом амперметра и вольтметра**

##### **Решить задачу по вариантам**

С помощью метода амперметра и вольтметра измерены прямое и обратное сопротивления диода в номинальном режиме. Определить методические и инструментальные погрешности измерения.

##### **Задание**

- Рассчитать по показаниям приборов измеренное значение прямого сопротивления диода.
- Подобрать по справочнику измерительные приборы  $A_1$  и  $V_1$ , подходящие для измерения заданных значений тока и напряжения ( $I_{ПР}$ ,  $U_{ПР}$ ). Для каждого прибора указать: тип, систему, предел измерения, класс точности, сопротивление (или напряжение при номинальном токе для амперметра, ток полного отклонения для вольтметра).
- Изобразить схему цепи для измерения прямого сопротивления, обеспечивающую минимальную методическую погрешность. Цепь должна состоять из источника постоянного тока (произвольного) с указанием полярности, амперметра  $A_1$ , вольтметра  $V_1$  и диода (полярность включения диода должна соответствовать прямому смещению). Обосновать выбор схемы включения амперметра и вольтметра, сравнив измеренное значение прямого сопротивления с сопротивлением выбранных амперметра и вольтметра.

- Рассчитать действительное значение прямого сопротивления диода в соответствии с выбранной схемой включения приборов.
- Определить относительную инструментальную погрешность косвенного измерения прямого сопротивления диода, обусловленную классами точности примененных амперметра  $A_1$  и вольтметра  $V_1$ .
- Записать результат косвенного измерения прямого сопротивления диода в виде, предварительно рассчитав абсолютную инструментальную погрешность.
- Рассчитать измеренное значение обратного сопротивления диода.
- Подобрать по справочнику амперметр и вольтметр  $A_2$  и  $V_2$ .
- Изобразить схему цепи для измерения обратного сопротивления, обеспечивающую минимальную методическую погрешность. Полярность включения диода должна соответствовать обратному смещению. Обосновать выбор схемы включения амперметра и вольтметра, сравнив измеренное значение обратного сопротивления с сопротивлением выбранных амперметра и вольтметра.
- Рассчитать действительное значение обратного сопротивления диода в соответствии с выбранной схемой включения приборов.
- Определить относительную методическую погрешность измерения обратного сопротивления диода.
- Определить относительную инструментальную погрешность косвенного измерения сопротивления, обусловленную классами точности примененных амперметра  $A_2$  и вольтметра  $V_2$ .
- Записать результат косвенного измерения обратного сопротивления диода, предварительно рассчитав абсолютную инструментальную погрешность.
- Перечислить достоинства и недостатки косвенного измерения сопротивлений диода методом амперметра и вольтметра в сравнении с другими методами измерения сопротивлений.

## **Тема 6. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Определение случайной погрешности измерений**

### **Решить задачу по вариантам.**

С помощью моста постоянного тока произведено 20 равноточных измерения сопротивления резистора  $R_i$ . Систематические погрешности в приведенном ряду отсутствуют, а случайные погрешности распределены по нормальному закону (закону Гаусса). Требуется выполнить обработку результатов многократных равноточных измерений.

### **Задание**

- Вычислить среднее арифметическое значение ряда отдельных измерений  $R_{CP}$  (Ом) (математическое ожидание, результат измерения).
- Рассчитать остаточные погрешности.
- Рассчитать среднюю квадратическую погрешность результатов единичных измерений в данном ряду.
- Проверить исходные данные на наличие грубых погрешностей (промахов). В случае их обнаружения исключить результаты измерения с грубой погрешностью, и провести вновь расчет для нового значения числа измерений.
- Рассчитать среднюю квадратическую погрешность  $S$  (Ом) среднего арифметического.
- Рассчитать доверительный интервал при заданной доверительной вероятности.
- Построить для ряда результатов, не содержащего промахов, гистограмму распределения остаточных (случайных) погрешностей. В этой же системе координат, для сравнения, построить кривую распределения плотности вероятности по нормальному закону.
- Сделать вывод о соответствии реального закона распределения случайной погрешности (представленного в виде гистограммы) нормальному закону распределения (за-

кону Гаусса).

## **Тема 7. Измерение токов, напряжений и мощности цепи переменного тока с использованием измерительных трансформаторов**

### **Решить задачу по вариантам:**

- Нарисовать схему включения через измерительные трансформаторы приборов для измерения тока  $I_I$ , напряжения  $U_I$  и активной мощности  $P_I$  (в однофазной цепи переменного тока частотой 50 Гц).
- Выбрать по справочнику трансформатор тока и амперметр, трансформатор напряжения и вольтметр, обеспечивающие измерение с относительными погрешностями. Определить коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов и показания приборов.
- Выбрать по справочнику ваттметр для измерения активной мощности. Указать цену деления шкалы прибора (для всех вариантов количество делений шкалы выбираемого ваттметра равно 150). Определить показание ваттметра.
- Определить цену деления и показание ваттметра с учетом коэффициентов трансформации выбранных измерительных трансформаторов. Сравнить показание с исходными данными ( $P_I$ ).
- Объяснить причины, вследствие которых у измерительных трансформаторов тока и напряжения наблюдаются погрешность тока (или напряжения) и угловая погрешность. Указать, при измерении каких величин угловая погрешность трансформаторов влияет на результат, а каких – нет.

## **Тема 8. Измерение активной мощности трехфазной цепи методом двух ваттметров. Определение погрешности трехфазного счетчика активной энергии**

### **Решить задачу по вариантам:**

В симметричной трехфазной цепи с линейным напряжением  $U_L$  и линейным током  $I_L$  активная мощность измеряется с помощью двух одинаковых ваттметров  $PW1$  и  $PW2$ . В эту же цепь включен двухэлементный счетчик  $PI$  активной энергии.

Указать, в каких случаях можно, а в каких нельзя применять методы одного, двух или трех ваттметров для измерения мощности в трехфазной цепи.

Примечание: следует рассмотреть случаи трехпроводной и четырехпроводной трехфазной цепи, симметричной и несимметричной нагрузки и симметричного и несимметричного трехфазного генератора. Ответы на вопрос (можно/нельзя) для каждого случая записать в таблицу.

- Нарисовать векторную диаграмму напряжений и токов трехфазной цепи с нагрузкой. Определить и выделить на диаграмме векторы напряжения и тока, под действием которых находятся параллельные и последовательные цепи ваттметров (для схемы включения, соответствующей варианту задания).
- Записать выражения для расчетов показаний ваттметров  $PW1$  и  $PW2$ .
- Построить графики показаний ваттметров в функции от угла и активной мощности трехфазной цепи.
- Считая, что цена деления у обоих ваттметров одинакова, по заданным отклонениям указателей ваттметров  $n_1$  и  $n_2$ . Построить векторную диаграмму трехфазной цепи с учетом полученного значения угла. Определить активную мощность нагрузки трехфазной цепи.
- Рассчитать по показаниям ваттметров с использованием определенного значения угла и его знака активную и реактивную мощности трехфазной цепи.
- Определить относительную погрешность счетчика  $PI$ , если его передаточное число равно  $A$ , а диск счетчика сделал  $N$  оборотов за время  $t$ . Время и определенную по по-

казаниям ваттметров мощность использовать для нахождения действительного значения энергии. Сделать вывод о соответствии счетчика указанному классу точности – 2,5.

## **Тема 9. Изучение Федерального Закона РФ «Об обеспечении единства измерений»**

### **Выполнить задание:**

1. Рассмотреть структуру и содержание Закона РФ № 184.
  2. Изучить ФЗ № 184 и ответить на поставленные вопросы:
- Сфера применения закона о техническом регулировании.
  - Определение понятий «техническое регулирование» и «технический регламент».
  - Содержание и применение технических регламентов.
  - Порядок разработки технических регламентов.
  - Определение понятий «стандарт» и «стандартизация» и их толкование.
  - Основные правила разработки и утверждения национальных стандартов.
  - Порядок разработки и утверждения стандартов организации.
  - Определение понятий «подтверждение соответствия» и «сертификация». Их различие.
  - Формы подтверждения соответствия.
  - Порядок добровольного подтверждения соответствия.
  - Порядок обязательного подтверждения соответствия.
  - Организация обязательной сертификации.
  - Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий.

## **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**

Тема 1. Вводный инструктаж, техника безопасности, предварительная подготовка к выполнению лабораторных работ

Тема 2. Электрические измерения цифровыми мультиметрами

Тема 3. Изучение приборов магнитоэлектрической системы

Тема 4. Измерение постоянного тока и напряжения

Тема 5. Измерение переменного тока и напряжения

Тема 6. Измерение активной и реактивной мощности при различных видах нагрузки

Тема 7. Измерение коэффициента мощности при различных видах нагрузки

Тема 8. Измерение сопротивления косвенным методом

Тема 9. Измерение ёмкости мостом переменного тока

Лабораторные работы проводятся с использованием типового комплекта учебного оборудования «Электрические измерения и основы метрологии». Данное оборудование обеспечено методическими рекомендациями к выполнению работ, в которых подробно изложены: цель лабораторных работ, применяемое оборудование, краткие теоретические сведения, правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ, порядок проведения работы, обработка и анализ эксперимента, план составления отчета и контрольные вопросы.

## **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа представляет собой особую, высшую степень учебной деятельности. Она обусловлена индивидуальными психологическими различиями обучающегося и личностными особенностями и требует высокого уровня самосознания, рефлексивности. Самостоятельная работа может осуществляться как во внеаудиторное время (дома, в лаборатории), так и на аудиторных занятиях в письменной или устной форме.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам. Ор-

ганизуется, обеспечивается и контролируется данный вид деятельности студентов соответствующими кафедрами.

Самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т. д. Значимость самостоятельной работы выходит далеко за рамки отдельного предмета, в связи с чем выпускающие кафедры должны разрабатывать стратегию формирования системы умений и навыков самостоятельной работы. При этом следует исходить из уровня самостоятельности абитуриентов и требований к уровню самостоятельности выпускников, с тем чтобы за весь период обучения достаточный уровень был достигнут.

При проведении самостоятельной работы, связанной с проработкой теоретического материала, студентам предлагается законспектировать рассматриваемый вопрос, в случае необходимости задать возникшие вопросы на практическом занятии (лабораторной работе или на консультации).

При изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» практикуются следующие виды и формы самостоятельной работы студентов:

- выполнение практических работ;
- подготовка к устному опросу, к дискуссии;
- подготовка к тестированию;
- подготовка реферата;
- подготовка к письменной контрольной работе;

Самостоятельная работа тесно связана с контролем (контроль также рассматривается как завершающий этап выполнения самостоятельной работы), при выборе вида и формы самостоятельной работы следует учитывать форму контроля.

Формы контроля при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»:

- контрольная работа;
- письменная работа (реферат);
- тестирование.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

- готовность студентов к самостоятельному труду;
- наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
- консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, лаборатории, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и т. д.

*Рекомендации по организации аудиторной самостоятельной работы.*

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются:

выполнение практических работ по инструкциям; работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными; само- и взаимопроверка выполненных заданий;

Выполнение практических работ осуществляется на практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Работа с литературой, другими источниками информации, в т.ч. электронными может реализовываться на лекционных и практических занятиях. Данные источники информации могут быть представлены на бумажном и/или электронном носителях, в том числе, в сети Internet. Преподаватель формулирует цель работы с данным источником информации, определяет время на проработку документа и форму отчетности.

Само- и взаимопроверка выполненных заданий чаще используется на лекционном, практическом занятии и имеет своей целью приобретение таких навыков как наблюдение, анализ ответов сокурсников, сверка собственных результатов с эталонами.

*Рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы.*

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

При предъявлении видов заданий на внеаудиторную самостоятельную работу рекомендуется использовать дифференцированный подход к уровню подготовленности обучающегося. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультацию с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы. В процессе консультации преподаватель предупреждает о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня подготовленности обучающихся.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

– для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернет-ресурсов и др.;

– для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц, глоссария для систематизации учебного материала; изучение словарей, справочников; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, заданий в тестовой форме и др.;

– для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; составление схем; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности и др.

Для обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателем разрабатывается перечень заданий для самостоятельной работы, который необходим для эффективного управления данным видом учебной деятельности обучающихся.

Преподаватель осуществляет управление самостоятельной работой, регулирует ее объем на одно учебное занятие и осуществляет контроль выполнения всеми обучающимися группы. Для удобства преподаватель может вести ведомость учета выполнения самостоятельной работы, что позволяет отслеживать выполнение минимума заданий, необходимых для допуска к итоговой аттестации по дисциплине.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий.

Ежедневно обучающийся должен уделять выполнению внеаудиторной самостоятельной работы в среднем не менее 3 часов.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проводиться в письменной, устной или смешанной форме с представлением продукта деятельности обучающегося. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др.

*Методические рекомендации по изучению теоретических основ дисциплины.*

Изучение теоретической части дисциплин призвано не только углубить и закрепить знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы и организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- знакомство с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы);
- подготовку и написание рефератов;
- выполнение контрольных работ;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены.

Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании контрольной работы ответ следует иллюстрировать схемами.

При выполнении самостоятельной работы по написанию реферата студенту необходимо: прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на Интернет-сайтах; творчески переработать изученный материал и представить его для отчета в форме реферата, проиллюстрировав схемами, диаграммами, фотографиями и рисунками.

Тексты контрольных работ и рефератов должны быть изложены внятно, простым и ясным языком.

При ответе на зачете необходимо: продумать и четко изложить материал; дать определение основных понятий; дать краткое описание явлений; привести примеры. Ответ следует иллюстрировать схемами, рисунками и графиками.

*Методические указания по подготовке реферата*

Реферат имеет большое значение в приобретении студентами навыков самостоятельной работы над источниками и литературой. В реферате студент должен на основании анализа доступных ему источников и литературы самостоятельно разработать одну из предлагаемых тем. В работе должны быть освещены с возможно большей полнотой все вопросы темы и сделаны обоснованные выводы. Кроме того, реферат должен показать, владеет ли студент литературным стилем и умеет ли он правильно оформлять письменные задания.

Важным моментом в подготовке реферата и в успешном его написании является выбор темы. Тема должна, во-первых, соответствовать интересам студента, во-вторых, быть обеспечена доступными для студента источниками и литературой.

Начиная работу по избранной теме, следует обратиться в первую очередь к литературе общего характера: соответствующим разделам учебников, статьям энциклопедий. Это позволит уяснить место темы в проблематике соответствующего периода, определить ее значимость и актуальность.

Важный этап работы – изучение источников и специальной литературы. Результатом работа с литературой, непосредственно посвященной избранной теме, либо отдельным ее аспектам, должен стать вывод о степени изученности темы.

В процессе изучения источников и литературы из них следует делать выписки на отдельных корточках или в тетрадях на одной стороне листа. На выписках должны фиксироваться данные о книге, из которой они сделаны (автор, название, место и год издания и обязательно страница) – это облегчит оформление научно-справочного аппарата работы.

После изучения литературы и источников следует составить план работы. Студент должен проявить самостоятельность в выборе узловых вопросов темы, уметь развернуть их в подробный план (т. е. выделить подзаголовки к вопросам), целесообразно выбрать для рассмотрения 2-3 вопроса. Работа должна четко раскрывать тему, экскурсы в сторону нежелательны. Содержание реферата должно соответствовать плану.

План помещается в начале реферата (после его названия, приводимого на первом, т. е. титульном листе). Он должен включать: введение, основную часть (вопросы плана), заключение, список использованных источников и литературу.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования. В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы. Основная часть по объему должна занимать не менее 2/3 всей работы. Изложение материала должно идти четко по плану и иметь соответствующие подзаголовки. В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В приложении (приложения) к реферату могут выноситься таблицы, графики, схемы и другие вспомогательные материалы, на которые имеются ссылки в тексте реферата.

Реферат должен быть выполнен за один месяц до начала экзаменационной сессии.

*Методические рекомендации к выполнению контрольной работы.*

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области физиологии и биохимии растений. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу.

Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Темы рефератов, варианты тестов, контрольных заданий и критерии оценки приведены в ФОС по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для направления подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Коротков, А.И. Афонасов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. — 978-5-4387-0464-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34681.html>

2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018 — 324 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/CB28A4A1-F60A-4D9F-A573-A28FE43A3506](http://www.biblio-online.ru/book/CB28A4A1-F60A-4D9F-A573-A28FE43A3506).

3. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 325 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03645-9. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/4573F340-3BC9-4076-B475-99681B96A072](http://www.biblio-online.ru/book/4573F340-3BC9-4076-B475-99681B96A072).

4. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений : учебное пособие для вузов / Е. А. Степанова, Н. А. Скулкина, А. С. Волегов ; под общ. ред. Е. А. Степановой. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 95 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-00686-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/90804379-5080-4A04-83DB-FE523B616B2A](http://www.biblio-online.ru/book/90804379-5080-4A04-83DB-FE523B616B2A).

5. Пронкин Н.С. Основы метрологии: практикум по метрологии и измерениям [Текст] : учеб. пособие : рек. УМО / Н. С. Пронкин. - М. : Логос, 2007. - 392 с.

6. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. М. Лифиц. — 12-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 314 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-02752-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/090ED56E-3BF3-47BE-862C-C732B387CE3C](http://www.biblio-online.ru/book/090ED56E-3BF3-47BE-862C-C732B387CE3C).

7. Брянский Л.Н. Краткий справочник метролога [Текст] : справ. / Л. Н. Брянский, А. С. Дойников. - М. : Изд-во Стандартов, 1991. - 79 с.

8. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2003. — 788 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3219>. — ЭБС «Лань»

9. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Кайнова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61361>. — Загл. с экрана.