

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. Б. Перетятко

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по основной образовательной деятельности института морских технологий, энергетики и строительства Н. Р. Ахмедова

Перетятко, С. Б.

Метрология, стандартизация и сертификация: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 20.03.02 Природообустройство и водопользование / С.Б. Перетятко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 76 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к практическим занятиям.

Табл. 3, список лит. – 50 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 30 мая 2023 г., протокол № 5

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 24 ноября 2023 г., протокол № 19

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 мая 2023 г., протокол № 5

УДК 621

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.

© Перетятко С. Б., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ	63
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	72
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	73

ВВЕДЕНИЕ

Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности называется метрологией.

Основные термины и определения понятий в области метрологии установлены рекомендациями РМГ 29-2013 Метрология Основные термины и определения [1]. Дата введения данных рекомендаций 1 января 2015 г. Термины, установленные настоящим документом, рекомендуется применять во всех видах документации, научно-технической, учебной и справочной литературе по метрологии, входящих в сферу работ по стандартизации и (или) использующих результаты этих работ. Если иное не указано, то в данной работе будут использоваться термины и определения понятий именно из этого документа.

Метрология состоит из трех самостоятельных и взаимодополняющих разделов – теоретического, законодательного и прикладного.

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

Законодательная метрология – это раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений.

Прикладная метрология – это раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Единство измерений (ЕИ) – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин или в значениях по установленным шкалам измерений, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Предметом метрологии является извлечение количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью.

Средства метрологии – это совокупность СИ и метрологических стандартов, обеспечивающих их рациональное использование.

Основное понятие метрологии – измерение. Измерение (величины) – это процесс экспериментального получения одного или более значений величины, которые могут быть ей обоснованно приписаны. Измерение подразумевает сравнение величин или включает счет объектов.

Измерение предусматривает описание величины в соответствии с предполагаемым использованием результата измерения, методику измерений и средство измерений, функционирующее в соответствии с регламентированной методикой измерений и с учетом их условий.

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к профессиональной деятельности в области машиностроения.

Целью дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование знаний и навыков в области метрологии, стандартизации и

сертификации, умение определить объекты и направления деятельности, попадающие под действия основных положений национальной, региональной и международной метрологии, стандартизации и сертификации навыков в использовании методов измерений и обработки результатов измерений, испытаний и контроля качества рабочей продукции.

Задачами изучения дисциплины являются:

ознакомления:

- с основными понятиями и определениями в области метрологии, стандартизации и сертификации;
- с работой метрологических служб, а также служб по стандартизации и сертификации;
- с геодезическими приборами и другими средствами измерений;
- с принципами построения национальной, региональной ЕС (страны Европейского сообщества) и международной (ИСО) стандартизации;
- с методами и способами определения показателей качества продукции; правилами пользования стандартами и нормативной документацией;
- с системой менеджмента качества;
- развитие:
 - умения находить информацию о состоянии современного положения в стране и мире в области метрологии, стандартизации и сертификации и перспективы их развития с учетом профессиональной деятельности; уметь решать задачи, связанные с метрологическим обеспечением проектирования объектов природообустройства и водопользования;
 - обобщать анализировать и воспринимать информацию;
 - овладение:
 - основам приема и чтения чертежей и технической документации;
 - методами определения и оценки различных показателей качеств.

Результатами освоения дисциплины является поэтапное формирование требуемых компетенций у обучающихся.

«Метрология, стандартизация и сертификация» – дисциплина образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и определения в области метрологии, стандартизации и сертификации;
- работу метрологических служб, а также служб по стандартизации и сертификации;
- геодезические приборы и другие средства измерений;
- принципы построения национальной, региональной ЕС (страны Европейского сообщества) и международной (ИСО) стандартизации;
- методы и способы определения показателей качества продукции;
- правила пользования стандартами и нормативной документацией;
- систему менеджмента качества;

уметь:

– находить информацию о состоянии современного положения в стране и мире в области метрологии, стандартизации и сертификации и перспективы их развития с учетом профессиональной деятельности;

– уметь решать задачи, связанные с метрологическим обеспечением проектирования объектов природообустройства и водопользования;

– обобщать анализировать и воспринимать информацию;

владеть:

– основами приема и чтения чертежей и технической документации;

– методами определения и оценки различных показателей качества.

Для успешного освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация», студент должен активно работать на лекционных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

– оценочные средства текущего контроля успеваемости;

– оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

– типовые тестовые задания;

– задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;

– задания и контрольные вопросы по практическим работам.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, соответственно относятся:

– контрольные вопросы по дисциплине.

Зачет выставляется по результатам прохождения текущего контроля успеваемости.

Универсальная система оценивания результатов обучения приведена в таблице 1 и включает в себя системы оценок: «зачтено», «не зачтено».

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	«Не зачтено»		«Зачтено»	
	1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фраг-	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в

Система оценок Критерий	«Не зачтено»	«Зачтено»		
			рамках поставленной задачи	рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень вопросов для организации самостоятельной работы студентов.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Метрология, стандартизация и сертификация», студент должен научиться работать на лекциях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систе-

му знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем, всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам по техническим измерениям в машиностроении. При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов. Важную роль играет привлечение студентов к научно-исследовательской деятельности.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в отсутствии преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий направления

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ, очная форма
1	Общие сведения о технических измерениях. Области и виды измерений	2
2	Шкалы измерений	1
3	Классификация измерений. Погрешность	2
4	Средства измерений, их классификация	1
5	Средства измерения геометрических и механических величин	2
6	Средства измерений параметров потока, расхода, уровня, объема вещества	2
7	Средства измерения давления	2
8	Средства физико-химических измерений	2
9	Средства теплофизических и температурных измерений	2
10	Метрология. Основные понятия и определения	2
11	Международная система единиц физических величин	1
12	Государственный метрологический контроль и надзор (виды и сферы деятельности)	2
13	Техническое законодательство	2
14	Основные понятия в области сертификации	2
15	Стандартизация. Сущность стандартизации. Принципы. Методы стандартизации	2
16	Качество продукции. Сущность качества. Основные понятия и определения	2
17	Штрихкод	1
Итого		30

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Общие сведения о технических измерениях. Области и виды измерений

Ключевые вопросы темы

1. Наука метрология.
2. Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-2013.
3. Разделы метрологии.
4. Единство измерений.
5. Принципы и методы измерений.
6. Величина, значение величины.
7. Основное уравнение измерений.
8. Область измерений.
9. Вид измерений.

Ключевые понятия: метрология, измерение, единство измерений, методы измерений, область измерений, вид измерений.

Литература: [15, с. 3–7].

Методические рекомендации:

Основное понятие метрологии – измерение. Измерение (величины) – это процесс экспериментального получения одного или более значений величины, которые могут быть ей обоснованно приписаны. Измерение подразумевает сравнение величин или включает счет объектов.

Измерение предусматривает описание величины в соответствии с предполагаемым использованием результата измерения, методику измерений и средство измерений, функционирующее в соответствии с регламентированной методикой измерений и с учетом их условий.

Измеряемая величина – это величина, подлежащая измерению. Объект измерения – материальный объект или явление, характеризующиеся одной или несколькими измеряемыми и влияющими величинами. Примеры объекта измерения – вал, у которого измеряют диаметр; технологический процесс, во время которого измеряют температуру.

Принцип измерений – явление материального мира, положенное в основу измерения. Примеры: применение эффекта Доплера для измерения скорости; использование гравитационного притяжения при измерении массы взвешиваем.

Метод измерений – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей или соотнесения со шкалой в соответствии с реализованным принципом измерений. Например, метод сравнения (с мерой).

По способам сравнения измеряемой величины с ее единицей различают следующие методы измерений:

1. Метод непосредственной оценки – метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству показывающего СИ (термометр, вольтметр и пр.). Суть метода непосредственной оценки, как любого метода измерения, состоит в сравнении измеряемой величины с мерой, принятой за единицу, но в этом случае мера заложена в измерительный прибор опосредованно. Он осуществляет преобразование входного

сигнала измерительной информации, соответствующего всей измеряемой величине, после чего и происходит оценка ее значения.

2. Метод совпадений – сравнение с мерой. В нем значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение ее с величиной, воспроизводимой мерой (т. е. с фиксированной отметкой на шкале физической величины). Примером этого метода является измерение длины при помощи штангенциркуля с нониусом. Метод совпадений часто применяется при измерениях параметров периодических процессов.

3. Дифференциальный метод измерений – измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, незначительно отличающееся от значения измеряемой величины, при котором измеряется разность между этими двумя величинами. Пример: измерения, выполняемые при поверке мер длины сравнением с эталонной мерой на компараторе.

4. Метод сравнения (с мерой) – измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Пример: измерение массы на рычажных весах с уравниванием гири (мерами массы с известными значениями).

Существует ряд разновидностей метода сравнения с мерой.

По условиям измерения различают следующие методы измерений:

1) контактный, основанный на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения. Пример: измерение диаметра вала измерительной скобой.

2) бесконтактный, основанный на том, что чувствительный элемент СИ не приводится в контакт с объектом измерения (измерение расстояния радиолокатором, дальномером).

Методика (выполнения) измерений – установленная логическая последовательность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений в соответствии с принятым методом измерений. Обычно она регламентируется каким-либо нормативным документом.

Результат (измерения величины) – множество значений величины, приписываемых измеряемой величине вместе с любой другой доступной и существенной информацией. Определение понятия результата измерения претерпело существенное изменение по сравнению с определением РМГ 29-99 и вобрало в себя выражение точности измерения. Информация, приводимая в результате измерения, определяется особенностями конкретного измерения и соответствует требованиям, предъявляемым к нему измерению.

В большинстве случаев информация относится к точности измерения и выражается показателями точности, в обоснованных случаях содержит указание методики измерений и др. Результат измерения может быть представлен измеренным значением величины с указанием соответствующего показателя точности. К ним относятся, например, среднее квадратическое отклонение, доверительные границы погрешности, стандартная неопределенность измерений, суммарная стандартная и расширенная неопределенности.

Если значение показателя точности измерений можно считать пренебрежимо малым для заданной цели измерения, то результат измерения будет выражаться как одно измеренное значение величины. Во многих областях это явля-

ется обычным способом выражения результата измерения, с указанием класса точности применяемого средства измерений.

По ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 [2] результат измерений – значение характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерений.

Измеренное значение (величины) – значение величины, которое представляет результат измерения. Для измерения, в котором имеют место повторные показания, каждое из них может использоваться, чтобы получить соответствующее измеренное значение величины.

Такая совокупность отдельных измеренных значений величины может быть применена при вычислении результирующего измеренного значения величины, такого как среднее арифметическое или медиана, обычно с меньшей соответствующей неопределенностью (погрешностью) измерений.

Когда диапазон истинных значений величины, представляющих измеряемую величину, мал по сравнению с неопределенностью (погрешностью) измерений, измеренное значение величины может рассматриваться как оценка, по сути, единственного истинного значения величины. Оно часто представляет собой среднее арифметическое или медиану отдельных измеренных значений, которые получены при повторных измерениях.

В случае, когда диапазон истинных значений величины, представляющих измеряемую величину, нельзя считать малым по сравнению с неопределенностью (погрешностью) измерений, измеренное значение часто будет оценкой среднего арифметического или медианы набора истинных значений величины.

Величина – свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них. В качестве основы для сравнения может выступать единица измерения, методика измерения, стандартный образец или их комбинации.

Размер величины – количественная определенность величины, присущая конкретному материальному объекту или явлению. Например, разные вещества обладают той или иной плотностью, но каждое из них имеет вполне определенное значение: у алюминия плотность равна $2,6989 \text{ т/м}^3$, а железа $7,874 \text{ т/м}^3$.

Следовательно, одна и та же физическая величина как вполне определенная характеристика будет при равных единицах измерения для разных веществ отличаться размером.

Род (величины) – качественная определенность величины. Примеры: 1) длина и диаметр детали – однородные величины; 2) длина и масса детали – неоднородные величины. Однородные величины в рамках данной системы величин имеют одинаковую размерность величины. Однако величины одинаковой размерности не обязательно будут однородными.

Значение величины – выражение размера величины в виде некоторого числа принятых единиц, или чисел, баллов по соответствующей шкале измерений. В зависимости от основы для сравнения значение величины может быть выражено: числом и единицей измерения, числом и указанием методики измерений, числом и указанием стандартного образца.

Числовое значение (величины) – отвлеченное число, входящее в значение величины.

Область измерений – совокупность измерений величин, свойственных какой-либо области науки или техники и выделяющихся своей спецификой. Выделяют ряд областей измерений: механические, магнитные, акустические и др.

Вид измерений – часть области измерений, имеющая свои особенности и отличающаяся однородностью измеряемых величин. Пример: в области электрических и магнитных измерений могут быть выделены: измерения электрического сопротивления, электрического напряжения, магнитной индукции и др.

Вопросы для контроля

1. Что такое измерение?
2. Что такое величина?
3. Что такое размер величины?
4. Что такое единство измерений?
5. Какую формулу называют основным уравнением измерений?
6. Что такое область измерений?
7. Что такое виды измерений?
8. Назовите области и виды измерений, применяемые по вашему направлению?

Тема 2. Шкалы измерений

Ключевые вопросы темы

1. Шкала величины.
2. Шкала наименований.
3. Шкала порядка.
4. Шкала интервалов.
5. Шкала отношений.

Ключевые понятия: шкала, метрические шкалы, не метрические шкалы.

Литература: [15, с. 8–10].

Методические рекомендации:

Шкала (значений) величины; шкала измерений – упорядоченная совокупность значений величины, служащая исходной основой для измерений данной величины.

Суть измерения состоит в том, что текущему состоянию объекта ставится в соответствие некоторое число, порядковый номер или символ.

Шкалы также делятся по их силе: чем больше сведений об объекте измерений можно извлечь из результатов измерений по ней. Самыми сильными считаются абсолютные шкалы, самыми слабыми – номинальные.

Иногда исследователи усиливают шкалу. Характерным примером является «оцифровка» номинальных шкал. Качественным признакам присваивают некое их числовое выражение. Это облегчает обработку результатов, особенно компьютерную.

Важно помнить, что оцифровка не придает качественным признакам всех свойств, которыми обладают числа. К такой шкале можно применять операции сравнения, но нельзя – сложения, вычитания и т. п.

Различают следующие типы шкал измерений:

– шкалы наименований (номинальная). Они относятся к качественным и отражают те или иные свойства объекта, выраженные словесно. Их элементы могут только совпадать или не совпадать друг другом, их нельзя сопоставлять по принципу «больше–меньше». Недопустимы также и арифметические действия. Такие шкалы характеризуются оценкой (отношением) эквивалентности различных качественных проявлений свойства (URL: <http://docme.ru>).

Это самый простой тип шкал. Пример шкалы наименований: шкалы цветов (атлас цветов). Характерным примером может служить группа крови. Первая группа не больше третьей и не может быть сложена с четвертой (URL: <https://armatool.ru>). При большом числе классов используют иерархические шкалы наименований.

Наиболее известными примерами таких шкал являются шкалы, используемые для классификации животных и растений. С величинами, измеряемыми в шкале наименований, можно выполнять только одну операцию – проверку их совпадения или несовпадения;

– шкалы порядка. Описывают свойства величин, упорядоченные по возрастанию или убыванию оцениваемого свойства, т. е. позволяют установить отношение больше/меньше между величинами, характеризующими это свойство. Принципиальными для них является отсутствие единицы измерения. По ней можно ранжировать и сравнивать объекты по какому-либо признаку, например, расположить людей в строю по росту (URL: <https://armatool.ru>). Примеры шкал порядка: шкалы Мооса измерения твердости, баллов силы ветра, землетрясений;

– шкалы интервалов (разностей) описывают свойства величины не только с помощью отношений эквивалентности и порядка, но также и с применением отношений суммирования и пропорциональности интервалов (разностей) между количественными проявлениями свойства. Такая шкала состоит из заранее определенных и равных между собой интервалов. Шкалы интервалов могут иметь условно выбранное начало – нулевую точку. К таким шкалам, например, относятся летоисчисление по различным календарям, в которых за начало отсчета принято либо сотворение мира, либо Рождество Христово, температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта. Характерным примером такой шкалы измерений может служить принятое у людей исчисление времени. Период оборота Земли вокруг Солнца делится на 365 дней, дни делятся на часы, далее на минуты и секунды;

– шкалы отношений. Описывают свойства величин, для множества количественных проявлений которых применимы логические отношения эквивалентности, порядка и пропорциональности, а для некоторых шкал также отношения суммирования. В шкалах отношений существует естественный нуль и по согласованию устанавливается единица измерения. Точкой начала отсчета является точка, в которой значение параметра равно нулю. Появляется возможность

отсчитывать от нее абсолютное значение параметра, определять разницы значений и во сколько раз одно больше другого. Характерный пример – температурная шкала Кельвина. За начало отчета взята точка «абсолютного нуля», при которой прекращается тепловое движение материи. Второй опорной точкой выбрана температура таяния льда при нормальном давлении. Разница между этими точками по Цельсию составляет 273 °С, и один градус Кельвина равен одному градусу Цельсия.

Шкала отношений – наиболее информативная. На ней возможны все арифметические операции – сложение, вычитание, умножение, деление. Шкала отношений является наиболее совершенной. По ней можно определить не только, на сколько один размер больше другого, но и во сколько раз он больше или меньше;

– абсолютные шкалы, кроме всех признаков шкал отношений обладают дополнительным признаком: в них присутствует однозначное определение единицы измерения. Абсолютная шкала занимает высшую ступень в шкальной иерархии. Единицы их естественные и не основаны на соглашениях и допущениях. Кроме того, эти единицы не имеют размерности, не служат производными системы СИ или какой-либо другой. Они всегда безразмерны: разы, проценты, доли.

Шкалы интервалов и отношений называются обычно метрическими, а шкалы наименований и порядка – не метрическими.

Вопросы для контроля

1. Что такое шкала измерений?
2. Назовите типы шкал измерений. Примеры.
3. По какой шкале определяется температура в градусах Цельсия и температура в градусах Кельвина? Почему?
4. Что такое абсолютная шкала?
5. Какая шкала наиболее совершенная?

Тема 3. Классификация измерений. Погрешности

Ключевые вопросы темы

1. Виды классификаций измерений.
2. Классификация измерений по способу получения информации.
3. Классификация измерений по характеристике точности.
4. Классификация измерений по характеру получаемой информации в процессе измерений.
5. Классификация измерений по количеству измерительной информации.
6. Классификация измерений по отношению к основным единицам.
7. Опорное значение.
8. Погрешности при измерениях.

Ключевые понятия: прямые и косвенные измерения, равноточные измерения, статические и динамические измерения, погрешность, опорное значение.

Литература: [15, с. 11–16].

Методические рекомендации:

Все измерения классифицируют:

- по способу получения информации;
- по характеристике точности;
- по характеру изменения измеряемой величины в процессе измерения;
- по количеству измерительной информации;
- по отношению к основным единицам.

По способу получения информации измерения разделяются на:

1) Прямые, при которых искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений. Примечание: термин «прямое измерение» возник как противоположный термину «косвенное измерение». Строго говоря, измерение всегда прямое и рассматривается как сравнение величины с ее единицей или шкалой.

В этом случае лучше применять термин «прямой метод измерений». В основу разделения измерений на прямые, косвенные, совместные и совокупные может быть положен вид модели измерений. Граница между косвенными и прямыми измерениями размыта, поскольку большинство измерений в метрологии относится к косвенным, поскольку подразумевает учет влияющих факторов, введение поправок и т. д..

2) Косвенные, при которых искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной. Пример: определение плотности тела цилиндрической формы по результатам прямых измерений массы, высоты и диаметра цилиндра, связанных с плотностью уравнением. Примечание: во многих случаях вместо термина «косвенное измерение» применяют термин «косвенный метод измерений».

3) Совокупные – проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях. Примечание: для определения значений искомых величин число уравнений должно быть не меньше числа величин. Как правило, в модели совокупных измерений несколько выходных величин. Пример: значение массы отдельных гирь набора определяют по известному значению массы одной из гирь и по результатам измерений (сравнений) масс различных сочетаний гирь.

4) Совместные – проводимые одновременно измерения двух или нескольких не одноименных величин для определения зависимости между ними. Примечание: как правило, модель совместных измерений объединяет параметрическую зависимость между измеряемыми величинами и алгоритм оценки параметров данной зависимости на основе результатов измерений.

По характеристике точности различают:

1. Равноточные – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности СИ и в одних и тех же условиях.

2. Неравноточные – ряд измерений какой-либо величины, выполненных несколькими различными по точности СИ и (или) в нескольких разных условиях. Неравноточные измерения проводят с целью получения результата измере-

ния только в том случае, когда ряд равноточных результатов получить невозможно.

По характеру изменения получаемой информации в процессе измерений измерения подразделяются на:

1) статические – измерение величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения;

2) динамические, при котором средства измерений используют в динамическом режиме. Динамический режим использования средства измерений) – режим использования средства измерений, связанный с изменениями условий (факторов) за время проведения измерительного эксперимента, которые влияют на результат измерения (оценку измеряемой величины), в том числе изменение измеряемой величины за время измерения.

По количеству измерительной информации измерения делятся на:

1) однократные – выполненное один раз. При однократных измерениях показания СИ являются результатом измерений, погрешность используемого СИ определяет погрешность результата измерений;

2) многократные – измерения одного и того же размера величины, результат которых получен из нескольких, следующих друг за другом, измерений. Применение многократных измерений позволяет повысить точность измерения до определенного предела.

По отношению к основным единицам измерения делятся на:

– абсолютные – основанные на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант. Пример: измерение силы основано на измерении основной величины – массы и использовании физической постоянной (в точке измерения массы) или определение массы в килограммах, частоты – в герцах;

– относительные – измерение отношения одноименных величин или функций этого отношения. Пример: измерение активности радионуклида в источнике по отношению к активности радионуклида в однотипном источнике, аттестованном в качестве эталонной меры активности или измерение относительной влажности, которая выражается в процентах.

Погрешность (результата измерения) – разность между измеренным и опорным значением величины. Если опорное значение известно, как, например, при калибровке средств измерений, то известно и значение погрешности измерения. Если в качестве опорного значения выступает истинное значение величины, то значение погрешности неизвестно. Погрешность измерения равна сумме случайной и систематической погрешностей.

Опорное значение (величины) – используют в качестве основы для сопоставления со значениями величин того же рода. Опорное значение может быть истинным значением величины, подлежащей измерению, в этом случае оно неизвестно, или принятым значением величины, в этом случае оно известно. Опорное значение величины со связанной с ним неопределенностью (погрешностью) измерений обычно приводят для:

– материала, например, аттестованного стандартного образца;

- устройства, например, стабилизированного лазера;
- референтной методики измерений;
- сличения эталонов.

Максимальная допускаемая погрешность (измерения) – максимальное значение погрешности измерения (без учета знака), разрешенное спецификацией или нормативными документами для данного измерения. Погрешность измерений представляет собой сумму целого ряда составляющих: систематическая, случайная, инструментальная, грубая, погрешность метода и т. д.

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

Случайная погрешность (измерения) – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных в определенных условиях.

Погрешность метода (измерений) – составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений.

Инструментальная погрешность (измерения) – составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений.

Грубая погрешность (промахи) – согласно ГОСТ Р 8.736-2011 это погрешность измерения, существенно превышающая зависящие от объективных условий измерений значения систематической и случайной погрешностей.

Погрешности могут быть абсолютными или относительными.

Абсолютная погрешность (измерения) – погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

Относительная погрешность (измерения) – погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к опорному значению измеряемой величины.

По ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002, точность – степень близости результата измерений к принятому опорному значению.

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

В 2002 г. в России введены в действие государственные стандарт 2002 части 1–6 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений», которые являются прямым применением шести частей основополагающего Международного стандарта ИСО 5725. Эти стандарты используются в практической деятельности при разработке, аттестации и применении методик выполнения измерений, стандартизации методик контроля (испытаний, измерений, анализа), испытаниях продукции, в том числе для целей подтверждения соответствия, оценки компетентности испытательных лабораторий согласно требованиям ГОСТ Р ИСО МЭК 17025-2009 [3].

Внедрение стандартов ГОСТ Р ИСО 5725 направлено на более эффективную реализацию требований Российской государственной системы стандарти-

зации при разработке стандартов на методы для контроля продукции различных отраслей промышленности.

Стандарты ИСО 5725 могут применяться для оценки точности выполнения измерений различных величин. В этом стандарте вместо термина «действительное значение» введен термин «принятое опорное значение», который рекомендуется для использования в практике.

По ГОСТ Р ИСО 5727, принятое опорное значение – значение, которое служит в качестве согласованного для сравнения и получено как:

а) теоретическое или установленное значение, базирующееся на научных принципах;

б) приписанное или аттестованное значение, базирующееся на экспериментальных работах какой-либо национальной или международной организации;

с) согласованное или аттестованное значение, базирующееся на совместных экспериментальных работах под руководством научной или инженерной группы;

д) математическое ожидание измеряемой характеристики, т. е. среднее значение заданной совокупности результатов измерений, лишь в случае, когда а), б) и с) недоступны (ИСО 3534-1 [4]).

В отечественной метрологии погрешность результатов измерений, как правило, определяется сравнением результата измерений с истинным или действительным значением измеряемой физической величины (являющимися фактически эталонными значениями измеряемых величин, выраженными в узаконенных единицах).

Согласно РМГ 29-2013 истинное значение величины – значение, которое соответствует определению измеряемой величины; согласно РМГ 29-2013 – полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

В условиях отсутствия необходимых эталонов, обеспечивающих воспроизведение, хранение и передачу соответствующих значений величин, необходимых для определения погрешности (точности) результатов измерений, и в отечественной, и в международной практике за действительное зачастую принимают общее среднее значение (математическое ожидание) заданной совокупности результатов измерений, выражаемое в отдельных случаях в условных единицах. Эта ситуация и отражена в термине «принятое опорное значение» ГОСТ Р ИСО 5725-1 и рекомендуется для использования в отечественной практике.

Вопросы для контроля

1. Что такое прямое и косвенное измерения?
2. Что такое статическое и динамическое измерения?
3. Что такое опорное значение величины?
4. Что такое погрешность?
5. Что такое максимальная допустимая погрешность?
6. Что такое случайная погрешность?

7. Что такое систематическая погрешность?
8. Что такое грубая погрешность?

Тема 4. Средства измерений, их классификация

Ключевые вопросы темы

1. Технические измерения.
2. Метрологические измерения.
3. Средство измерений.
4. Метрологические свойства средства измерений.
5. Нормируемые метрологические измерения.
6. Класс точности средства измерений.
7. Шкала средства измерений.
8. Классификация средств измерений по техническому назначению.
9. Рабочие средства измерений.

Ключевые понятия: технические измерения, средство измерений, нормируемые метрологические характеристики, класс точности, шкала, рабочие средства измерений.

Литература: [15, с. 17–24].

Методические рекомендации:

Технические измерения – это измерения при помощи рабочих средств измерений. Выполняются при помощи средств измерений с назначенным классом точности, прошедших поверку или калибровку в метрологической службе. Средство измерений, прошедшее калибровку или поверку, называют рабочим средством измерений.

Метрологические измерения – измерения при помощи эталонов и образцовых средств измерений. Метрологические измерения не просто удовлетворяют требованиям единства измерений, а являются одним из средств обеспечения единства измерений. Выполняются с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера образцовым и рабочим средствам измерений. Метрологические измерения выполняет метрологическая служба в стандартных условиях, сертифицированным персоналом (URL: <http://intuit.ru>).

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные (установленные) метрологические характеристики. Есть еще одно определение средства измерений – техническое средство, предназначенное для измерений (определение по 102-ФЗ от 26.06.2008 г.).

Метрологические свойства СИ – это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность. Показатели метрологических свойств являются их количественной характеристикой и называются метрологическими характеристиками.

Метрологическая характеристика (средства измерений) (МХ) – характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений. Для каждого типа средств измерений устанавливают свои метрологические характеристики.

Нормируемые метрологические характеристики (типа средства измерений) (НМХ) – совокупность метрологических характеристик данного типа

средств измерений, устанавливаемая нормативными документами на средства измерений.

К ним относятся:

Точность (средства измерений) – качество средства измерений, отражающее близость к нулю его погрешности. Считается, что чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.

Класс точности – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая их уровень точности и выражаемая точностными характеристиками средств измерений. Класс точности обычно обозначается числом или символом, принятым по соглашению. Класс точности дает возможность судить о значениях инструментальных погрешностей или инструментальных неопределенностей средств измерений данного типа при выполнении измерений. Класс точности применяется и к материальным мерам.

Погрешность средства измерений – разность между показанием средства измерений и известным опорным (действительным) значением величины.

Предел допускаемой погрешности (средства измерений): Наибольшее значение погрешности средства измерений (без учета знака), устанавливаемое нормативным документом для данного типа средств измерений, при котором оно еще признается метрологически исправным.

Обычно устанавливают пределы допускаемой погрешности, т. е. нижнюю и верхнюю границы интервала, за которые не должна выходить погрешность.

Систематическая погрешность средства измерений – составляющая погрешности средства измерений, принимаемая за постоянную или закономерно изменяющуюся. Систематическая погрешность данного средства измерений, как правило, будет отличаться от систематической погрешности другого экземпляра средства измерений этого же типа, вследствие чего для группы однотипных средств измерений систематическая погрешность может иногда рассматриваться как случайная погрешность.

Шкала средства измерений, шкала (измерительного прибора) – часть средства измерений, представляющая собой упорядоченный набор меток вместе со значениями соответствующей величины:

– отметка шкалы – знак на шкале, соответствующий некоторому значению измеряемой величины;

– цена деления (шкалы) – разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений;

– длина шкалы – длина линии, проходящей через центры всех самых коротких отметок шкалы средства измерений и ограниченной начальной и конечной метками. Линия может быть реальной или воображаемой, кривой или прямой. Длина шкалы выражается в единицах длины независимо от единиц, указанных на шкале длина деления шкалы – расстояние между осями (или центрами) двух соседних отметок шкалы;

– показание – значение величины, формируемое средством измерений или измерительной системой. Показание часто представляется в виде позиции указателя на дисплее для аналоговых выходов, отображенного или напечатанного числа для цифровых выходов, кодовой комбинации для кодовых выходных сиг-

налов или приписанного значения величины для материальных мер. Показание и соответствующее значение измеряемой величины не обязательно являются значениями величин одного рода;

– диапазон показаний – область значений шкалы измерительного прибора, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы.

Номинальное значение величины – округленное или приближенное значение величины, приписанное средству измерений, которым следует руководствоваться при его применении.

Диапазон измерений; рабочий диапазон – множество значений величин одного рода, которые могут быть измерены данным средством измерений или измерительной системой с указанными инструментальной неопределенностью или указанными показателями точности при определенных условиях.

Нормальные условия (измерений) – условия измерений, предписанные для оценивания характеристик средства измерений или измерительной системы, или для сравнения результатов измерений. Нормальные условия измерений характеризуются нормальной областью значений влияющих величин. Нормальные условия измерений устанавливаются в нормативных документах на средства измерений конкретного типа или при их поверке (калибровке). Погрешность средства измерений в нормальных условиях называют основной погрешностью средства измерений. Нормальные условия относятся к условиям измерений, при которых установленная инструментальная неопределенность или погрешность будет наименьшей.

По техническому назначению СИ подразделяют на меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки, измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы.

Эталон (единицы величины или шкалы измерений) – средство измерительной техники, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины или шкалы измерений. Реализация определения данной величины может обеспечиваться средством измерения, материальной мерой или стандартным образцом. Метрологические характеристики эталона аналогичны метрологическим характеристикам средств измерений (например, характеристики точности). Общие требования к эталонам изложены в ГОСТ 8.057-80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения» [6].

Вопросы для контроля

1. Что такое технические измерения?
2. Что такое метрологические измерения?
3. Что такое средство измерений?
4. Что такое нормируемые метрологические характеристики?
5. Что такое класс точности средства измерения?
6. Что такое предел допускаемой погрешности средства измерений?
7. Что такое систематическая погрешность средства измерений?
8. Что такое шкала средства измерений?
9. Что такое нормальные условия измерений?
10. Что такое рабочие СИ?

11. Что такое эталон и для чего он служит?

Тема 5. Средства измерения геометрических и механических величин

Ключевые вопросы темы

1. Линейка измерительная металлическая.
2. Линейка измерительная телескопическая.
3. Рулетка измерительная металлическая.
4. Дальномер.
5. Штангенциркуль.
6. Штангенглубиномер.
7. Микрометр.
8. Нутромер.
9. 3-D сканер.
10. Толщиномер.
11. Уровни.
12. Теодолит и нивелир.
13. Тахеометр.
14. Весы.
15. Динамометры.
16. Измерение твердости.

Ключевые понятия: линейные размеры, штангенциркуль, нутромер, микрометр, 3-D сканер, динамометр.

Литература: [11, с. 25–76].

Методические рекомендации:

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия [7]. Линейки должны изготавливаться со следующими пределами измерений: 150; 300; 500; 1000; 1500; 2000; 3000 мм.

Линейки должны изготавливаться с двумя шкалами, с одной шкалой, а также с двумя шкалами, оцифровка которых направлена в противоположные стороны.

Область применения линейек измерительных телескопических: для измерений линейных размеров между элементами конструкций при выполнении строительных работ, отделке интерьеров, строительстве лестниц, установке сантехнической арматуры и вентиляционных систем.

Рулетки измерительные металлические согласно ГОСТ 7502-89 Рулетки измерительные металлические. Технические условия [8] предназначены для измерения линейных размеров непосредственным сравнением со шкалой рулетки. Рулетки изготавливают с лентами из: нержавеющей стали (в условном обозначении рулетки Н); углеродистой стали с защитным антикоррозионным покрытием (в условном обозначении рулетки У).

Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних линейных размеров. Их изготавливают по ГОСТ 166 [9]. Они могут быть нескольких исполнений: нониусными (значение отсчета по нониусу 0,05 и 0,1мм), с отчетом по круговой шкале (цена деления 0,02, 0,05, 0,1 мм) и с цифровым электронным отсчетным устройством (шаг дискретности 0,01мм). Также вы-

пускаются штангенциркули специальных конструкций, которые от указанных отличаются в основном типом губок.

Штангенглубиномер – это специальный измерительный инструмент, используемый для определения глубины отверстий, выточных канавок и уступов.

Глубиномер микрометрический ГМ-25 0,01. Глубиномеры микрометрические типа ГМ по ГОСТ 7470-92 [10] предназначены для измерения глубины пазов и высоты уступов. Цена деления 0,01 мм.

Гладкий микрометр типа МК, применяется для измерения наружных размеров плоских и цилиндрических деталей.

3D-сканер – это устройство, которое исследует какой-либо предмет, оцифровывая его с помощью датчиков, и использует полученную информацию для создания трехмерной модели. Принцип работы. Сканер имеет проектор, который проецирует квадратную зону на сканируемую область. Каждую секунду проецируется до четырех зон. Зона измеряется двумя камерами, а затем синхронизируется с трехмерными 3D-данными, поступающими с измерительной руки. Точность измерения расстояний может достигать ± 0.5 мкм/м.

Геодезическим инструментом, предназначенным для угломерных измерений, является теодолит. Его широкое использование в общестроительных работах для определения направлений горизонтальных и вертикальных углов, а также их значений обусловлено простотой в эксплуатации.

При помощи теодолита выполняются различные действия:

- измерение поверхности земли при проведении строительных работ;
- составление топографических карт, съемка местности для разных нужд;
- при установке сложного производственного оборудования.

Теодолит – оптический измерительный прибор, при помощи которого с высокой точностью выполняются измерения вертикальных или горизонтальных углов. Назначение теодолита – определение угла между двумя точками при помощи наведения визира поочередно на одну и другую точку, сравнения показаний на шкале самого прибора или на рейке – измерительной вертикальной линейке, которую удерживает ассистент на определенном расстоянии. Совместно с измерениями расстояний между точками, дальнейшими вычислениями и уравниванием получают конечный результат в виде пространственных координат снимаемых точек.

В основе принципа работы теодолита лежит определение неизвестных координат и высот конкретной точки путем сравнения с точками с известными параметрами. Существует много разновидностей теодолитов, различающихся по определенным признакам: степени точности, способу отсчета по вертикальной шкале, конструкции, принципу действия.

Нивелир – геодезический оптический прибор, с помощью которого определяется горизонталь или разница в уровнях нескольких точек.

Возможность создания строго горизонтальных плоскостей очень важна при строительстве, так как высокие здания или сооружения, опирающиеся на основание с нарушениями геометрии, могут попросту упасть. Поэтому применение нивелиров распространено не менее широко, чем использование теодолитов, чей набор функций зачастую оказывается избыточным.

Нивелир производит определение горизонтальных (или вертикальных) линий или плоскостей, осуществляет сравнение имеющихся поверхностей с условной горизонталью.

Если сопоставить возможности, которыми обладают теодолит и нивелир, разница оказывается в пользу теодолита.

Он способен выполнять функции нивелира. На практике зачастую так и происходит. В то же время, нивелир имеет лишь контрольные функции, для сложного измерения он не предназначен. При этом более простое устройство прибора означает большую надежность и устойчивость работы.

Динамометры – контрольно-измерительные приборы, которые предназначены для измерения силы растяжения или сжатия (в ньютонах) или момента силы.

Датчики усилия – это устройства, измеряющие силу, действующую на определенный объект. В качестве чувствительных элементов используются тензометры.

Тензометры – резистивные элементы, у которых из-за сжатия или растяжения изменяется электрическое сопротивление.

Для измерения твердости наиболее часто применяют методы статического вдавливания в материал шарика, алмазного конуса или алмазной пирамидки. К этим методам относятся методы:

- Бринелля по ГОСТ 9012-59 [18] – стальной шарик;
- Роквелла по ГОСТ 9013-59 [19] – алмазный конус;
- Супер-Роквелла по ГОСТ 22975-78 [20] – стальной шарик или алмазный конус;
- Виккерса по ГОСТ 2999-75 [21] – алмазная пирамида;
- испытания микротвердости по ГОСТ 9450-75 [22] – алмазная пирамидка.

Вопросы для контроля

1. Опишите, как рассчитывается точность рулеток при измерении разных длин.
2. Какие бывают исполнения штангенциркулей?
3. Для чего предназначены микрометры со вставками?
4. Опишите принцип работы измерительной руки (манипулятора).
5. Опишите принцип работы измерительной системы с 3D-сканером.
6. Опишите, как возможно проведение измерений инструмента в станках.
7. Опишите принцип работы промышленного тахеометра.
8. Опишите методы измерения твердости, которые вы знаете.

Тема 6. Средства измерений параметров потока, расхода, уровня, объема вещества

Ключевые вопросы темы

1. Основные понятия и определения.
2. Расходомеры. Ротаметры. Принцип действия ротаметра.
3. Поплавково-пружинные расходомеры.
4. Тахеометрические расходомеры.

5. Камерные счетчики и расходомеры.
6. Роторные и зубчатые расходомеры.
7. Электромагнитные расходомеры.
8. Акустические расходомеры.
9. Анеометры.
10. Уровнемеры и указатели уровня.

Ключевые понятия: расход, расходомеры, ротаметры, анеометры, уровнемер, указатель уровня.

Литература: [15, с. 77–95].

Методические рекомендации:

При управлении технологическими процессами тепловых и энергетических ресурсов пользуются СИ количества и расхода вещества, СИ уровня – уровнемеры.

Количеством вещества называют объем или массу вещества, прошедшего по транспортному устройству (трубопровод) за определенный промежуток времени. Количество вещества выражается в единицах объема (м^3) или массы (кг).

Расход есть величина, численно равная количеству вещества, проходящему по транспортному устройству (технологическому трубопроводу или сечению канала) в единицу времени. Различают объемный ($\text{м}^3/\text{ч}$) и массовый (кг/с) расход вещества. Массовые расходомеры отличаются от объемных тем, что напрямую измеряют массовый расход жидкости, в то время как определение массового расхода при помощи объемных расходомеров происходит косвенным методом.

Средства измерения расхода вещества (жидкость или газ) называются расходомерами или преобразователями – если они не имеют шкалы, а передают сигнал на вторичный измерительный прибор. Приборы для измерения количества вещества называются счетчиками. Некоторые приборы обеспечивают одновременное измерение расхода и количества вещества. Это расходомеры со счетчиками.

Для измерений массового расхода используются объемные расходомеры, снабженные датчиками плотности и корректирующими схемами, и приборы инерционного или теплового принципа действия, способные измерять прямыми методами массовый расход.

Отдельную группу приборов и устройств, используемых для учета и стабилизации материальных потоков, составляют весы и дозаторы.

Весы – прибор для определения масс тел. Дозатор – устройство, предназначенное для автоматического отмеривания и выдачи заданного количества вещества или постоянного расхода (URL: <http://inethub.olvi.net.ua>). Весы рассмотрены в разделе «Измерение механических величин».

Расходомеры. В соответствии с ГОСТ 15528-86 [25] и разработок ВНИИМ расходомеры и счетчики подразделяют на четыре группы.

Группа А: приборы, основанные на гидродинамических методах: 1) переменного перепада давления; 2) переменного уровня; 3) обтекания; 4) вихревые; 5) парциальные.

Группа Б: приборы с непрерывно движущимся телом: 6) тахометрические; 7) силовые (в том числе вибрационные).

Группа В: приборы, основанные на различных физических явлениях: 8) тепловые; 9) электромагнитные; 10) акустические; 11) оптические; 12) ядерно-магнитные; 13) ионизационные.

Группа Г: приборы, основанные на особых методах: 14) корреляционные; 15) меточные; 16) концентрационные.

Мы рассмотрим расходомеры, наиболее часто применяемые в области машиностроения.

Ротаметры. Ротаметр состоит из двух основных элементов: поплавка специальной формы и стеклянной конической трубки.

Принцип действия ротаметра.

Жидкость движется вверх по трубе, вынуждает поплавок подняться на определенную высоту и образовать кольцевой зазор между ним и стенками трубы так, чтобы силы, действующие на поплавок, уравнились. Следовательно, положение поплавка ротаметра соответствует определенной величине расхода, которую можно определить по шкале.

Поплавковые расходомеры.

Принцип действия этих расходомеров такой же, как у ротаметров. Отличия есть только в конструктивном исполнении. У них нет стеклянной конической трубки, ход поплавка небольшой и внешняя форма другая.

В настоящее время выпускаются поплавокные расходомеры, которые в документации называются ротаметрами, со шкалой и стрелочным указателем. Поплавок имеет магнитную вставку. В стрелочном механизме также имеется постоянный магнит. При перемещении поплавка происходит поворот указателя шкалы.

Поплавокно-пружинные расходомеры – это расходомеры, в которых поплавок (поршень) соединен с пружиной. В таких расходомерах давление потока среды преодолевает не только вес поршня (поплавок), но еще и упругость пружины.

Далее рассмотрим основные расходомеры группы Б: приборы с непрерывно движущимся телом: 1) тахометрические; 2) силовые (в том числе вибрационные).

Тахометрические расходомеры, преобразующие скорость потока в угловую скорость вращения обтекаемого элемента, подразделяются на турбинные, шариковые, роторно-шаровые и крыльчатые. Тахометрические расходомеры – расходомеры жидкости (газа), принцип действия которых основан на зависимости скорости движения преобразовательного элемента, установленного в трубопроводе или в специальной камере, от расхода жидкости (газа).

Тахометрические расходомеры содержат электрические преобразователи частоты вращения чувствительного элемента в электрический сигнал, измеряемый затем показывающим прибором. Их применяют для измерения расхода различных жидкостей (реже газов), причем некоторые их разновидности могут использоваться в загрязненных жидкостях.

Принцип действия является общим для турбинных и крыльчатых тахометрических расходомеров (счетчиков), разница заключается лишь в расположении оси вращения измерительного механизма: у крыльчатки ось находится перпендикулярно движению потока (расположена тангенциально), а у турбины – параллельно потоку жидкости или газа.

К силовым расходомерам группы Б можно отнести камерные и силовые расходомеры. Рассмотрим наиболее применимые из них.

Камерными называются расходомеры и счетчики, подвижные элементы которых приходят в движение (непрерывное или периодическое) под давлением измеряемой жидкости или газа и при этом отмеривают определенные объемы или массы измеряемого вещества.

Камерные расходомеры измеряют объемный расход напрямую путем повторяющегося захвата порции жидкости. Общий объем жидкости, проходящей через расходомер в заданный промежуток времени, – это произведение объема порции на количество порций.

Роторные счетчики отличаются друг от друга формой и числом роторов. Счетчики могут быть одинаковыми, например, восьмеркообразными, трапецидальными или же различными. Они часто применяются в качестве счетчиков газа.

Зубчатые счетчики имеют две резко отличные друг от друга разновидности: счетчики с овальными шестернями и счетчики винтовые, состоящие из двух-трех роторов винтовой формы. Те и другие предназначены для измерения жидкостей, причем винтовые лишь при весьма малых расходах.

Электромагнитные расходомеры. Существуют расходомеры, не соприкасающихся непосредственно с измеряемой средой. К этим приборам относятся электромагнитные, ультразвуковые и радиоактивные расходомеры. Рассмотрим электромагнитные и акустические ультразвуковые расходомеры.

Электромагнитные расходомеры – это расходомеры, в основе работы которых лежит взаимодействие движущейся электропроводной жидкости с магнитным полем, подчиняющейся закону электромагнитной индукции. Принцип действия электромагнитных (индукционных) расходомеров основан на законе электромагнитной индукции, в соответствии с которым в электропроводной жидкости, пересекающей магнитное поле, индуцируется ЭДС, пропорциональная скорости движения жидкости (расходу жидкости).

Акустическими называются расходомеры, основанные на измерении зависящего от расхода того или другого эффекта, возникающего при проходе акустических колебаний через поток жидкости или газа. Почти все применяемые на практике акустические расходомеры работают в ультразвуковом диапазоне частот и поэтому называются ультразвуковыми.

Анемометры-термометры цифровые предназначены для измерения средней скорости направленных воздушных потоков и их температуры в вентиляционных системах (воздуховодах, каналах, коробах) промышленных и гражданских зданий, а также для измерения средней скорости ветра и температуры окружающего воздуха.

По принципу действия первичного преобразователя уровнемеры подразделяются на механические, электрические, оптические, акустические и тепловые.

Оптические уровнемеры подразделяются на визуальные и фотометрические.

Указатель уровня жидкости, по сути, это измеритель уровня для мониторинга потока внутри трубопроводов, данный указатель оптимален для предприятий пищевой промышленности и машиностроения.

Акустические уровнемеры базируются на физических явлениях, связанных с распространением звука в жидкой или газовой среде. Различают три принципа построения акустических уровнемеров: локационный, поглощения и резонансный.

Вопросы для контроля

1. Для чего служат расходомеры?
2. Что такое счетчик?
3. Перечислите группы расходомеров и счетчиков.
4. Принцип работы ротаметра.
5. Тахометрические расходомеры. Какие бывают?
6. Опишите принцип работы камерных счетчиков.
7. Опишите принцип работы роторных счетчиков.
8. Принцип работы электромагнитных расходомеров.
9. Принцип работы ультразвуковых расходомеров.
10. Опишите, как работает портативный ультразвуковой расходомер.
11. Опишите принцип работы электрического емкостного уровнемера.
12. Опишите принцип работы электрического оптического уровнемера.
13. Опишите принцип работы акустического уровнемера.
14. Опишите принцип работы магнитного указателя уровня со шкалой.

Тема 7. Средства измерения давления

Ключевые вопросы темы

1. Основные понятия и определения.
2. Единицы измерения давления.
3. Классификация средств измерения давления в зависимости от измеряемой величины.
4. Виды манометров по принципу действия.
5. Жидкостные манометры.
6. Грузопоршневые манометры.
7. Манометры с одновитковой и многовитковой пружинами.

Ключевые понятия: давление, манометр, вакуумметр, грузопоршневой манометр, манометр с одновитковой пружинной.

Литература: [15, с. 96–108].

Методические рекомендации:

Приведем термины «давление», «абсолютное давление», «атмосферное и избыточное давление» согласно ГОСТ 8.271 «Средства измерений давления. Термины и определения» [26].

Давление – физическая величина, характеризующая напряженное состояние сред жидких и газообразных, подчиняющихся закону Паскаля, в которых при равновесии касательные напряжения отсутствуют.

Абсолютное давление – давление, при измерении которого за начало отсчета принимают абсолютный нуль давления. Примечание: абсолютный нуль давления может существовать либо в замкнутом объеме, из которого удалены все молекулы, либо при полном прекращении движения молекул, т. е. при абсолютной температуре, равной 0 К.

Атмосферное давление – абсолютное давление околосредней атмосферы.

Избыточное давление – разность между полным абсолютным давлением и абсолютным давлением окружающей среды.

Вакуум (разрежение) – это такое состояние газа, при котором его давление меньше атмосферного. Количественно вакуумметрическое давление определяется разностью между атмосферным давлением и абсолютным давлением внутри вакуумной системы.

Под термином вакуумметрическое давление (разрежение или вакуум) подразумевается разность между атмосферным и абсолютным давлением, меньшим атмосферного.

При измерении давления в движущихся средах под понятием давления понимают статическое и динамическое давление.

Статическое давление ($P_{ст}$) – это давление, зависящее от запаса потенциальной энергии газовой или жидкостной среды; определяется статическим напором. Оно может быть избыточным или вакуумметрическим, в частном случае – равно атмосферному.

Динамическое давление ($P_{д}$) – это давление, обусловленное скоростью движения потока газа или жидкости.

Полное давление ($P_{п}$) движущейся среды складывается из статического ($P_{ст}$) и динамического ($P_{д}$) давлений.

В литературе можно встретить большое количество разных единиц измерения давления. Необходимо описать каждую из них и обсудить возможность их применения.

Атмосфера техническая (ат) – единица давления, равная давлению, производимому силой 1 кгс, равномерно распределенной по плоской поверхности площадью 1 см² (1 ат = 1 кгс/см²), а по СИ 1 ат = 9,8·10⁴ Па; 1 ат = 0,1 МПа. В свою очередь сила в 1 кгс равна силе тяжести, действующей на тело массой 1 кг при значении ускорения свободного падения 9,80665 м/с² (нормальное ускорение свободного падения): 1 кгс = 9,80665 Н. Таким образом, 1 ат = 98 066,5 Па точно. В настоящее время Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) относит атмосферу техническую к тем единицам измерения, которые должны быть изъяты из обращения как можно скорее там, где они используются в настоящее время, и которые не должны вводиться, если они не используются. Однако в Российской Федерации атмосфера техническая допу-

щена к использованию в качестве внесистемной единицы с областью применения «все области».

Атмосфера физическая (атм) – единица давления, равная давлению столба ртути высотой 760 мм на его горизонтальное основание при плотности ртути $13\,595,04 \text{ кг/м}^3$, температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и при нормальном ускорении свободного падения $9,80665 \text{ м/с}^2$. В соответствии с определением $1 \text{ атм} = 101\,325 \text{ Па} = 1,033233 \text{ ат}$. В настоящее время МОЗМ относит атмосферу физическую к тем единицам измерения, «которые должны быть изъяты из обращения как можно скорее там, где они используются в настоящее время, и которые не должны вводиться, если они не используются». Не допускается для применения в России.

Паскаль (русское обозначение: Па, международное: Pa) – единица измерения давления (механического напряжения) равная давлению, вызываемому силой, равной одному ньютону, равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью один квадратный метр: $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ (т. е. $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$). В СИ паскаль также является единицей измерения механического напряжения, модулей упругости, модуля Юнга, объемного модуля упругости, предела текучести, предела пропорциональности, сопротивления разрыву, сопротивления срезу, звукового давления, осмотического давления и т. д.

Бар (русское обозначение: бар; международное: bar; от греч. βάρος – тяжесть) – внесистемная единица измерения давления, примерно равная одной атмосфере. Один бар равен 105 кПа . В Российской Федерации бар допущен к использованию в качестве внесистемной единицы без ограничения срока с областью применения «промышленность». В своих рекомендациях МОЗМ относит бар к единицам измерения, «которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются».

Миллиметр ртутного столба́ (русское обозначение: мм рт. ст.; международное: mm Hg) – внесистемная единица измерения давления, равная $101325/760 \approx 133,3223684 \text{ Па}$; иногда называется «торр» (русское обозначение – торр, международное – Torr).

В Российской Федерации миллиметр ртутного столба допущен к использованию в качестве внесистемной единицы без ограничения срока с областью применения «медицина, метеорология, авиационная навигация». Международная организация законодательной метрологии в своих рекомендациях относит миллиметр ртутного столба к единицам измерения, «которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются».

Миллиметр водяного столба́ (русское обозначение: мм вод. ст., мм H_2O ; международное: mm H_2O) – внесистемная единица измерения давления, равен гидростатическому давлению столба воды высотой 1 мм, оказываемому на плоское основание при температуре воды $4 \text{ }^\circ\text{C}$. В Российской Федерации допущен к использованию в качестве внесистемной единицы измерения давления без ограничения срока с областью использования «все области».

Широкое использование давления в различных отраслях промышленности вызывает необходимость применения большого числа средств измерения

давления и разности давлений, различных по принципу их действия, устройству, назначению и точности.

Основные термины и определения дадим согласно ГОСТ 8.271-77 «Средства измерений давления. Термины и определения» [26]. Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области средств измерений давления.

Классификация средств измерения давления в зависимости от измеряемой величины. В зависимости от измеряемой величины средства измерения давления подразделяются на:

- манометр – измерительный прибор или измерительная установка для измерения давления или разности давлений;

- манометр абсолютного давления – манометр для измерения давления, отсчитываемого от абсолютного нуля;

- барометр – манометр абсолютного давления для измерения давления околоземной атмосферы. Примечание: барометр с непрерывной записью показаний называется барографом;

- манометр избыточного давления – манометр для измерения разности между абсолютным давлением, большим абсолютного давления окружающей среды, и абсолютным давлением окружающей среды. В большинстве случаев абсолютным давлением окружающей среды является атмосферное давление. Манометр избыточного давления в газовых средах с верхним пределом измерения не более 40000 Па называется напоромером;

- вакуумметр – манометр для измерения давления разреженного газа. Вакуумметр для измерения давления разреженного газа с верхним пределом измерения не более 40000 Па называется тягомером;

- мановакуумметр – манометр, для измерения избыточного давления и давления разреженного газа. Мановакуумметр для газовых сред с верхним пределом измерения не более 20000 Па называется тягонапоромером;

- дифференциальный манометр – манометр для измерения разности двух давлений. Дифманометр с верхним пределом измерения не более 40000 Па называется микроманометром.

Важнейшим элементом любого средства измерений является его первичный преобразователь, который воспринимает измеряемое давление и преобразует его в сигнал, поступающий в измерительную цепь прибора. С помощью промежуточных преобразователей сигнал от чувствительного элемента преобразуется в показания манометра или регистрируется им, а в измерительном преобразователе давления (ИПД) – в унифицированный выходной сигнал, поступающий в системы контроля или управления.

СИ давления классифицируют по методам измерений, видам давлений, принципу действия, функциональному назначению, диапазону и точности измерений.

В средствах измерений давления используются прямые и косвенные методы измерений. Большинство манометров и ИПД основано на прямом методе измерений, при котором измеряемое давление непосредственно воздействует на чувствительный элемент.

Жидкостной манометр – манометр, принцип действия которого основан на уравнивании измеряемого давления, или разности давлений, давлением столба жидкости.

U-образный манометр – жидкостный манометр, состоящий из сообщающихся сосудов, в которых измеряемое давление определяют по одному или нескольким уровням жидкости. Это простейший прибор для измерения давления или разности давлений. Представляет собой согнутую стеклянную трубку, заполненную рабочей жидкостью (ртутью или водой) и прикрепленную к панели со шкалой. Один конец трубки соединяется с атмосферой, а другой подключается к объекту, где измеряется давление.

Приборы U-образные (двухтрубные) и чашечные (однотрубные) относятся к группе жидкостных приборов с видимым уровнем. При использовании U-образный манометр должен устанавливаться вертикально по отвесу.

Грузопоршневой манометр – манометр, принцип действия которого основан на уравнивании измеряемого давления давлением, создаваемым весом поршня с грузоприемным устройством, и грузов с учетом сил жидкостного трения.

Устройство грузопоршневого манометра, работа которого основана на вытеснении стороннего штока измеряемым давлением и уравнивании положения этого штока дополнительными калиброванными грузами. Измеряемая среда давлением $P_{изм}$ подается в замкнутую камеру, заполненную жидкостью, и выталкивает шток. При оптимальном подборе массы штока с грузами его выталкивание осуществляется на величину, удобную для контроля и пропорциональную измеряемому давлению.

При калиброванной площади торца штока масса грузов, возвращающих этот шток в первоначальное положение, является мерой значения измеряемого давления.

Грузопоршневые манометры применяются как устройства для поверки механических контрольных и образцовых манометров среднего и высокого давления. Давление в них определяется по калиброванным грузам, помещаемым на поршне.

Манометры с одновитковой пружиной предназначены для измерения давления и разряжения неагрессивных, некристаллизующихся жидкостей, газа и пара до 10 МПа включительно. В качестве чувствительного элемента используется одновитковая пружина.

Манометры с многовитковой трубчатой пружиной используют для измерения избыточного давления до 16 МПа газов, жидкостей и газожидкостных сред.

Вопросы для контроля

1. Что такое давление?
2. Что такое абсолютно давление?
3. Что такое избыточное давление?
4. Что такое вакуум?
5. Что такое вакуумметрическое давление?

6. Какая единица рекомендована для измерения давления?
7. Какие единица измерения давления вы знаете?
8. Что такое полное давление движущейся среды?
9. Как классифицируются средства измерения давления в зависимости от измеряемой величины?
10. Какие виды манометров по принципу действия вы знаете?
11. Как работает U-образный манометр?
12. Как работает грузопоршневой манометр?
13. Как работает трубчато-пружинный манометр?
14. Как работает датчик давления с функцией даталоггера?

Тема 8. Средства физико-химических измерений

Ключевые вопросы темы

1. Газоанализаторы
2. Классификация автоматических газоанализаторов по принципу действия.
3. Автоматические мультигазовые щуповые течеискатели.
4. Портативные газоанализаторы.
5. Стационарные газоанализаторы.
6. Влагомеры и плотномеры.
7. Ареометры.
8. Рефрактометры.
9. Вискозиметры.

Ключевые понятия: газоанализатор, течеискатель, влагомер, ареометр, рефрактометр.

Литература: [15, с. 109–119].

Методические рекомендации:

Газоанализатор – измерительный прибор для определения качественного или количественного состава смесей газов. Существуют газоанализаторы ручного действия и автоматические. Среди первых наиболее распространены такие абсорбционные газоанализаторы, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами.

По принципу действия автоматические газоанализаторы могут быть разделены на три группы:

1. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции. При помощи таких газоанализаторов, называемых объемно-манометрическими или химическими, определяют изменение объема или давления газовой смеси в результате химических реакций ее отдельных компонентов.

2. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоионизационные, фотоколориметрические, хроматографические и др.). Термохимические, основанные на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления (горения) газа, применяют, главным образом, для определения концентраций горючих газов (например, опасных концентраций

оксида углерода в воздухе). Электрохимические позволяют определять концентрацию газа в смеси по значению электрической проводимости раствора, поглотившего этот газ.

Фотоионизационные, основанные на измерении силы тока, вызванного ионизацией молекул газов и паров фотонами, излучаемыми источником вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) излучения – ВУФ-лампы. Фотоколориметрические, основанные на изменении цвета определенных веществ при их реакции с анализируемым компонентом газовой смеси, применяют в основном для измерения микроконцентраций токсичных примесей в газовых смесях – сероводорода, окислов азота и др. Хроматографические наиболее широко используют для анализа смесей газообразных углеводородов.

3. Приборы, основанные на чисто физических методах анализа (термокондуктометрические, денсиметрические, магнитные, оптические и др.). Термокондуктометрические, основанные на измерении теплопроводности газов, позволяют анализировать двухкомпонентные смеси (или многокомпонентные при условии изменения концентрации только одного компонента). При помощи денсиметрических газоанализаторов, основанных на измерении плотности газовой смеси, определяют содержание углекислого газа, плотность которого в 1,5 раза превышает плотность чистого воздуха. Магнитные газоанализаторы применяют главным образом для определения концентрации кислорода, обладающего большой магнитной восприимчивостью. Оптические газоанализаторы основаны на измерении оптической плотности, спектров поглощения или спектров испускания газовой смеси (Газоанализатор. URL: <https://ru.wikipedia.org>).

Для точного и быстрого измерения влагонасыщенности древесного сырья и готовой продукции из древесины используются специальные приборы – влагомеры древесины.

Плотность является одной из основных физических величин, характеризующих свойство жидких сред (топливо, электролиты и др.).

Плотностью вещества называют величину, определяемую отношением массы вещества к занимаемому им объему. СИ плотности называют плотномерами (ареометры). Для измерений плотности жидкостей применяют поплавковые, весовые, гидростатические (пьезометрические), вибрационные и радиоизотопные плотномеры (Информационные технологии систем управления технологическими процессами. URL: <http://inethub.olvi.net.ua>).

Поплавковые плотномеры (ареометры) широко применяют в практической деятельности для измерений плотности жидкостей. Принцип их действия основан на измерении выталкивающей силы, действующей на поплавок, частично или полностью погруженный в анализируемое вещество. В зависимости от типа ПП плотномер может иметь электрический или пневматический выходной сигнал.

Плотномеры с частично погруженным поплавком обладают высокой чувствительностью, что позволяет измерять плотность в узком диапазоне (0,005–0,01 г/см³) с погрешностью 1,5–3 % от диапазона измерений. Плотномеры с полностью погруженным поплавком позволяют измерять плотность жидкостей от 0,5–1,2 г/см³ в любой части указанного интервала. Температура ана-

лизируемой жидкости может составлять от минус 5 до 11 °С, класс точности приборов 1.

Вибрационные плотномеры основаны на зависимости параметров упругих колебаний резонатора от плотности анализируемого вещества. Резонаторы выполняют в виде трубы, пластины, стержня, струны, камертона и т. п. Конструктивно различают проточные и погруженные вибрационные плотномеры. В первых анализируемое вещество протекает через внутреннюю полость резонатора, во вторых – резонатор размещается в потоке анализируемого вещества. Вибрационные плотномеры применяются для измерений плотностей жидкостей 600–1000 кг/м³ с абсолютной погрешностью $\pm 1,5$ кг/м³.

Ареометр – представляет собой стеклянную трубку, нижняя часть которой при калибровке заполняется дробью для достижения необходимой массы. В верхней узкой части находится шкала, которая проградуирована в значениях плотности раствора или концентрации растворенного вещества. Плотность раствора равняется отношению массы ареометра к объему, на который он погружается в жидкость. Соответственно, различают ареометры постоянного объема и ареометры постоянной массы (Исследование основных способов измерения плотности жидкости. URL: <http://elibrary.ru>).

Для практического применения ареометр градуируют в концентрации растворенного вещества, например:

- спиртометр – в процентах алкоголя для измерения крепости раствора;
- лактометр – в процентах жира для определения качества молока;
- солемер – для измерения солености раствора;
- сахаромер – при определении концентрации растворенного сахара.

Рефрактометр – прибор, измеряющий показатель преломления света в среде. Рефрактометрия, выполняющаяся с помощью рефрактометров, является одним из распространенных методов идентификации химических соединений, количественного и структурного анализа, определения физико-химических параметров веществ.

Работа рефрактометра основана на измерении показателей преломления света в различных средах. Если плотность субстанций возрастает, ее индекс рефракции вырастает пропорционально (например, когда сахар растворяют в воде). Устройство рефрактометра основано на призме. Сегодня существует несколько видов таких приборов: цифровые; ручные; лабораторные; стационарные промышленные.

На линзу падает луч, который преломляется под определенным углом. Угол преломления света в линзе, на которую уже нанесено вещество (например, СОЖ) зависит от плотности исследуемого веществ. Свет, преломляясь, попадает на систему линз и отображается на шкале. Коэффициентом преломления называют соотношения между углом входа луча и углом преломления в среде.

Вязкость жидкости – это ее способность оказывать сопротивление перемещению одних частиц относительно других, т. е. противостоять касательным усилиям в потоке. Данный параметр среды нельзя обнаружить в состоянии по-

кая, он оценивается только во время движения вещества, когда начинают действовать силы сцепления между молекулами.

Данное свойство присутствует у всех веществ, которые обладают текучестью. Текучесть – это сдвиг (перемещение) одних частиц по отношению к другим той же самой среды. За счет силы внутреннего трения вязкость противостоит процессу текучести. Данная формулировка относится не только к жидким, но и к газообразным веществам. А вот применительно к твердым – это свойство имеет несколько другую природу.

Средства измерения вязкости, т. е. свойство текучего вещества оказывать сопротивление перемещению одной его части относительно другой, называют вискозиметрами. Разработаны автоматические, капиллярные, шариковые, ротационные, вибрационные и другие типы вискозиметров, обеспечивающие измерение вязкости вещества, как в отдельных пробах, так и в потоке.

Вопросы для контроля

1. Что такое газоанализатор?
2. Какие типы газоанализаторов вы знаете?
3. Чем отличается портативный газоанализатор от стационарного?
4. Что такое плотность вещества. Единицы измерения.
5. Какие виды плотномеров вы знаете?
6. Что такое ареометр и как он работает?
7. Что такое рефрактометр и как он работает?
8. Что такое вязкость и текучесть.
9. Какие единицы измерения вязкости?
10. Как работают капиллярные и ротационные вискозиметры?

Тема 9. Средства теплофизических и температурных измерений

Ключевые вопросы темы

1. Контактный и бесконтактные методы измерения температуры.
2. Термометры.
3. Жидкостные термометры.
4. Дилатометрические термометры.
5. Биметаллические термометры.
6. Манометрические термометры.
7. Пирометры.
8. Электрические и термоэлектрические термометры.
9. Тепловизоры.

Ключевые понятия: температура, пирометр, тепловизор.

Литература: [15, с. 120–134].

Методические рекомендации:

Температура является одним из важнейших параметров, характеризующих многие технологические процессы. Диапазон изменения температур, используемых в промышленности, очень широк и охватывает интервал от минус 200 до 1200 °С и выше.

Для измерения температуры применяется большое число средств измерения или технологических средств, называемых термометрами, с помощью которых сигнал температурной измерительной информации преобразуется в вид, удобный для непосредственного восприятия наблюдателем, автоматической обработки, передачи и использования в автоматических системах регулирования и управления. В промышленной термометрии применяются два основных метода измерений: контактный и бесконтактный.

При измерении контактным методом чувствительный элемент термометра находится в непосредственном контакте (соприкосновении) с измеряемой средой. Бесконтактными методами температура определяется по тепловому электромагнитному излучению нагретых тел.

Широко распространенными средствами измерения температуры, основанными на использовании контактного метода, являются термометры расширения, термоэлектрические термометры и термометры сопротивления. Кроме того, известны также термошумовые, пьезокварцевые, акустические, магнитные и некоторые другие виды термометров, которые пока не получили широкого применения в промышленной термометрии. Выбор того или иного технического средства для измерения температуры зависит от многих факторов, связанных с диапазоном изменения температуры, точностью измерений, составом и свойствами измеряемой среды, дистанционностью измерения и т. д. Бесконтактные СИ температуры основаны на электромагнитных, ультразвуковых и иных принципах.

Температура относится к таким физическим величинам, которые не поддаются непосредственному измерению. Поэтому при определении ее всегда преобразуют в другую физическую величину, легко поддающуюся измерению. При этом необходимо располагать уравнением, связывающим температуру с этой физической величиной. Все это означает необходимость введения температурной шкалы, которая представляет собой непрерывную совокупность чисел, линейно связанных с численными значениями какого-либо физического свойства тела, представляющего собой однозначную и монотонную функцию температуры. Температурная шкала – это ряд отметок внутри температурного интервала, ограниченного двумя легко воспроизводимыми постоянными (основными или опорными) точками.

Подобный подход предусматривает произвольный выбор шкалы температур. Вместе с тем очевидна необходимость установления единства понятия «градус» и обеспечения его определения с максимальной точностью

В настоящее время установлены практические температурные шкалы для различных диапазонов измерения температур и методы их осуществления в соответствии с ГОСТ 8.157-75 «Шкалы температурные практические» [27]. Настоящий стандарт устанавливает практические температурные шкалы, предназначенные для обеспечения единства измерений температуры в диапазоне от 0,01 до 100000 К, и методы их осуществления.

Единицей температуры термодинамической температурной шкалы согласно этому стандарту является кельвин (К), единицей температуры по практическим температурным шкалам – также кельвин (К) и градус Цельсия (°С). Гра-

дус Цельсия равен кельвину. Температурные разности выражаются в кельвинах или градусах Цельсия.

Существует несколько видов термометров: жидкостные, механические, газовые, электрические, оптические и др.

Принцип действия жидкостного термометра основан на эффекте расширения или сжатия жидкости, которая заполняет колбу и изменяет свой объем при колебании собственной температуры. Обычно в него заливают ртуть или спирт, которые реагируют на минимальное изменение тепла в окружающей среде.

Термометры стеклянные и жидкостные применяются для измерения температур в области от минус 200 до 750 °С.

Принцип действия стеклянных жидкостных термометров основан на тепловом расширении термометрической жидкости, заключенной в термометре.

Для заполнения жидкостных термометров применяется ртуть, толуол, этиловый спирт, керосин, петролейный эфир, пентан и т. д.

Из жидкостных термометров наибольшее распространение получили ртутные (несмотря на вредные экологические свойства).

К числу недостатков ртути с точки зрения термометрии следует отнести сравнительно малый коэффициент расширения. Важно отметить, что в рамках международной Минаматской конвенции с 2020 г. запрещены градусники с ртутью для использования в быту и прекращено производство ртутных медицинских термометров. При измерении температуры термометрами, заполненными органическими жидкостями, необходимо иметь в виду, что они смачивают стекло, а вследствие этого понижается точность отсчета показаний.

Стеклянные жидкостные термометры, применяемые в технике, бывают следующих разновидностей [3]:

1. Термометры, применяющиеся без введения поправок к их показаниям (термометры широкого применения).

2. Термометры, к показаниям которых вводятся поправки согласно свидетельству.

Конструктивные формы стеклянных жидкостных термометров разнообразны. Наиболее широко применяются два основных типа конструкции: палочные и с вложенной шкалой.

Дилатометрические термометры относят к механическим. Действие термометров основано на тепловом расширении твердых тел. Стержень из инвара одним концом укреплен на дне закрытой трубки из латуни, другой его конец может перемещаться в зависимости от удлинения латунной трубки и воздействовать на показывающий механизм.

Действие биметаллических термометров, так же, как и дилатометрических, основано на использовании теплового расширения твердых тел.

Биметаллические термометры имеют чувствительный элемент в виде спиральной или плоской пружины, состоящей из двух пластин из разных металлов, сваренных по всей длине. Внутренняя пластина имеет больший коэффициент линейного расширения, чем внешняя, поэтому при нагреве такая пружина раскручивается, при этом стрелка перемещается.

Принцип действия манометрических термометров основан на использовании зависимости давления вещества при постоянном объеме от температуры. Манометрический термометр предназначен для измерения температуры на определенной дистанции. Такой прибор позволяет фиксировать температуру различных жидкостей, паров и газов.

В зависимости от заполнителя (рабочего вещества) эти термометры подразделяются на газовые, жидкостные и конденсационные, имеющие аналогичное устройство.

Раздел температурных измерений, который изучает методы средства измерений температуры вещества по их электромагнитному (тепловому) излучению, называют пирометрией.

Пирометр – это бесконтактный прибор, способный измерять, причем с точностью до нескольких десятых долей градуса, уровень тепла в широчайшем диапазоне – от 100 до 3000 град.

В основе работы пирометра лежит принцип восприятия электромагнитных лучей (энергии), излучаемых любым материальным телом, причем интенсивность и спектр излучения данной энергии имеет прямую зависимость от температуры этого материального тела.

В пирометрии в основном используется оптическая область спектра, в которую входят ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучения, и в меньшей степени используется область радиочастот.

Основных методов в пирометрии всего два:

- радиационный;
- оптический.

Оптический метод пирометрии – основан на зависимости спектра излучения от температуры минимум в двух диапазонах: инфракрасного излучения и видимого спектра. То есть для данного метода использован принцип зависимости цвета излучения от температуры объекта.

Работа электрического термометра связана с зависимостью сопротивления используемого проводника от температуры. Известно, что сопротивление любых металлов линейно зависит от уровня их тепла. Более точные измерения можно получить, если заменить металлические проводники полупроводниками. Однако полупроводники в таких приборах практически не используют, поскольку зависимость между характеристиками полупроводника и уровня тепла нельзя выразить линейно и практически невозможно проградуировать приборную шкалу.

Тепловизор – тепловизионный измерительный прибор – оптико-электронный прибор, предназначенный для бесконтактного (дистанционного) наблюдения, измерения и регистрации пространственного/пространственно-временного распределения радиационной температуры объектов, находящихся в поле зрения прибора, путем формирования временной последовательности термограмм и определения температуры поверхности объекта по известным коэффициентам излучения и параметрам съемки (температура окружающей среды, пропускание атмосферы, дистанция наблюдения и т. п.).

Вопросы для контроля

1. Методы измерений температуры.
2. Шкалы температур.
3. Жидкостные термометры.
4. Дилатометрические термометры.
5. Биметаллические термометры.
6. Манометрические термометры.
7. Пирометры.
8. На чем основан термоэлектрический метод измерения температур?
9. Тепловизор.
10. Термопрофайлер.

Тема 10. Метрология. Основные понятия и определения

Ключевые вопросы темы

1. Метрология.
2. Этапы становления отечественной метрологии.
3. Стратегия обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года.
4. Цель ГСИ.
5. Задачи ГСИ.

Ключевые понятия: метрология, этапы становления, стратегия, цель ГСИ, задачи ГСИ.

Литература: [44, с. 4–9].

Методические рекомендации:

Метрология как наука и область практической деятельности возникла в древние времена. Древнеегипетские единицы измерения стали основой системы мер в древнерусской практике, а русские, в свою очередь, – в Древней Греции и Риме [33].

В развитии отечественной метрологии можно выделить несколько этапов [41].

Первый этап становления отечественной метрологии начинается с XVIII в. В это время в России стали применять дюйм (25,4 мм), заимствованный из Англии (назывался он «палец»), а также английский фут (0,3048 м – 12 дюймов). В 1835 г. был принят указ «О системе Российских мер и весов», которым были утверждены эталоны длины и массы – платиновая сажень, равная семи английским футам, и платиновый фунт (409,512 г). Английский фунт – 0,454 кг. В 1842 г. на территории Петропавловской крепости открывается первое централизованное метрологическое и поверочное учреждение России – Депо образцовых мер и весов, куда и помещались на хранение созданные эталоны.

Для русских ученых того времени характерно глубокое понимание роли и места метрологии в науке и жизни. В 1869 г. петербургские академики Б. С. Якоби, О. В. Струве направили в Парижскую академию наук доклад, в котором предлагалось с целью обеспечения единства измерений в международном масштабе изготовить новые международные прототипы метра и килограмма и распределить их однотипные копии между заинтересованными государствами.

Это предложение было принято, и в результате работы ученых разных стран была подготовлена и 20 мая 1875 г. в Париже на Дипломатической метрологической конференции подписана «Метрическая конвенция» (участвовало 17 государств, в том числе и Россия). Она стала основой международного сотрудничества в области метрологической деятельности. В соответствии с конвенцией Россия получила платиново-иридиевые эталоны единицы массы № 12 и 26 и единицы длины № 11 и 28. В качестве государственных были приняты эталоны № 12 и 28. Эти эталоны хранились в Депо образцовых мер и весов.

Второй этап. В 1892 г. управляющим Депо назначен Д. И. Менделеев. Его научное кредо – «Наука начинается с тех пор, когда начинаем измерять, точная наука немыслима без меры» – и сейчас определяет роль и место метрологии в системе естественных наук. Период с 1892 по 1917 г. назван менделеевским этапом развития метрологии. Но даже Д. И. Менделееву не удалось внедрить в России метрическую систему. С 1889 г. она применялась в стране факультативно, наряду со старой русской и британской (дюймовой) системами. Такое положение тормозило и усложняло развитие промышленности.

Третий этап развития отечественной метрологии начался с 14 сентября 1918 г., когда Советом Народных Комиссаров (СНК) был принят Декрет «О введении международной метрической системы мер и весов».

Четвертый этап, послевоенный (окончание гражданской войны), характеризуется небывалым размахом всей метрологической деятельности не только в нашей стране, но и во всем мире. В 1925 г. СНК СССР принимает постановление «О признании заключенной в Париже 20 мая 1875 года Международной метрической конвенции для обеспечения международного единства и усовершенствования метрической системы». Тем самым возобновляются международные связи нашей страны в области метрологии.

Вопросы для контроля

1. Расскажите об этапах развития метрологии в России?
2. Дайте определение понятию квалиметрия.
3. Какие главные функции измерений в народном хозяйстве вы знаете?
4. Расскажите о стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации.
5. Какова цель стратегии обеспечения единства измерений?
6. Какова цель ГСИ?
7. Каковы основные задачи ГСИ?

Тема 11. Международная система единиц физических величин

Ключевые вопросы темы

1. Понятие международной системы физических величин.
2. Основная физическая величина.
3. Производная физическая величина.
4. Размерная и безразмерная физическая величина.
5. Задачи Международного бюро мер и весов.
6. Международная организация законодательной метрологии.

7. Кратные и дольные единицы.

8. Дополнительные единицы.

Ключевые понятия: международная система единиц, основная физическая величина, кратные и дольные единицы.

Литература: [44, с. 16–22].

Методические рекомендации:

Основным предметом измерения в метрологии является физическая величина. Она применяется для описания систем и объектов, относящихся к любым наукам и сферам деятельности. Совокупность физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, создает систему физических величин.

Физические величины подразделяются на два вида: основные и производные.

Основная физическая величина – это величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Производная физическая величина – величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы.

Важной характеристикой физической величины является её размерность – выражение в форме степенного одночлена. В соответствии с международным стандартом ИСО 310 размерность величин следует обозначать знаком \dim (*dimension* – размер).

В октябре 1960 г. 11-я Генеральная конференция по мерам и весам приняла «Международную систему единиц» (сокращенно SI от слов *System International d'Unites*, фр.яз., на русском языке СИ) [35].

В соответствии с этой конвенцией было создано Международное бюро мер и весов (МБМВ). МБМВ расположено во Франции (г. Севр). Главная практическая задача МБМВ – слияние национальных эталонов с международными эталонами различных единиц измерений.

МОЗМ – международная организация законодательной метрологии – межправительственная организация, имеющая своей целью международные согласования деятельности государственных метрологических служб, направленные на обеспечение сопоставимости, правильности и точности результатов измерений в странах-членах МОЗМ. Организация создана в 1956 г.

В целях полного и успешного внедрения Международной системы единиц в настоящее время в Российской Федерации Госстандарт ввел в действие ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин». В соответствии с системой СИ имеется семь основных единиц, две дополнительные, 27 производных и 12 приставок для образования кратных и дополнительных единиц, а также разработаны определения основных единиц.

Предусмотрены также две дополнительные единицы

Производная единица – это единица производной физической величины системы единиц, образованная в соответствии с уравнением, связывающим её с основными единицами.

Физическая величина, в размерности которой хотя бы одна из основных физических величин возводится в степень, не равную нулю, называется размерной физической величиной.

Безразмерной называется такая физическая величина, в размерности которой основные физические величины входят в степени, равной нулю. Любая система единиц физических величин представляет собой совокупность основных и производных единиц.

Кратная единица – это единица физической величины, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу.

Дольная единица – это единица физической величины, значение которой в целое число раз меньше системной или внесистемной единицы.

Вопросы для контроля

1. Что такое система физических величин?
2. Что такое основная и производная физическая величина?
3. Что такое МБМВ?
4. Что такое МОЗМ?
5. Какие предусмотрены две дополнительные единицы в международной системе физических величин?
6. Как образуется производная единица?
7. Чем отличаются размерные и безразмерные физические величины?
8. В чем разница между кратными и дольными единицами?
9. Что такое внесистемная единица и как они подразделяются?

Тема 12. Государственный метрологический контроль и надзор (виды и сферы деятельности)

Ключевые вопросы темы

1. Виды и сферы государственного метрологического контроля и надзора (ГМКиН) определенные Законом «Об обеспечении единства измерений».
2. Общая характеристика ГМН.
3. Виды проверок.
4. Оформление результатов проверок.
5. Надзор за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций.
6. Государственный метрологический надзор за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.
7. Метрологическое обеспечение сферы услуг.
8. Государственная метрологическая служба и её органы.
9. Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц.
10. Ответственность за нарушение метрологических правил.

Ключевые понятия: государственный метрологический контроль и надзор, виды проверок, метрологическая служба.

Литература: [44, с. 35–42].

Методические рекомендации:

Виды и сферы государственного метрологического контроля и надзора (ГМКиН) определены Законом «Об обеспечении единства измерений» и действующими НД, главным образом Правилами по метрологии.

Государственный метрологический надзор осуществляется:

- за выпуском, состоянием и применением СИ, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм;
- за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций;
- за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

Общая характеристика ГМН. Государственный метрологический надзор осуществляется на предприятиях, в организациях и учреждениях независимо от их подчиненности и форм собственности. Деятельность по надзору базируется на следующих принципах:

- административная и финансовая независимость органов госнадзора от контролируемых субъектов хозяйственной деятельности;
- соблюдение законности при проведении проверок;
- компетентность, честность, беспристрастность и ответственность госнадзора;
- объективность выводов и принимаемых решений по итогам госнадзора;
- гласность проводимых проверок и их результатов с сохранением коммерческой тайны и «ноу-хау» проверяемых субъектов;
- выборочность проводимых проверок.

Проверки проводят должностные лица из Росстандарта – государственные инспекторы по обеспечению единства измерений РФ. Согласно ст. 20 вышеназванного закона, государственные инспекторы вправе беспрепятственно при предъявлении служебного удостоверения посещать объекты метрологической деятельности предприятия, относящиеся к сфере распространения государственного надзора.

Проверки могут быть плановыми (периодическими), внеплановыми (внеочередными) и повторными.

Результаты каждой проверки оформляются актом, который подписывают все участники проверки. Содержание акта доводят до сведения руководителя предприятия, который его подписывает. При обнаружении нарушений госинспектор составляет предписание об устранении обнаруженных нарушений.

Надзор за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций рассмотрим согласно ПР 50.2.003 Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций [45].

Нарушениями метрологических правил и норм считается:

- а) отчуждение меньшего количества товара по сравнению с заявленным для продажи (обмер, обвес). Расхождение между заявленным количеством и полученным при контрольном измерении, не должно превышать норм, уста-

новленных правилами торговли. При отсутствии этих норм расхождение не должно превышать суммы абсолютных пределов допускаемых погрешностей СИ, применяемых продавцом и госинспектором.

Заявлением является любое утверждение, как устное, так и письменное, относящееся к количеству товара, выраженному в единицах величин;

б) отчуждение меньшего количества товара, чем то, которое соответствует заплаченной цене (обсчет).

Государственный метрологический надзор за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже. Фасованные товары в упаковках как объект надзора – это товары, которые упаковывают и запечатывают в отсутствие покупателя, при этом содержание упаковки не может быть изменено без её вскрытия или деформации, а масса, объем, длина или иные величины, указывающие на номинальное количество потребительского товара, должны быть обозначены на упаковке.

Метрологическое обеспечение сферы услуг. основополагающий документ, устанавливающий требования к государственной системе обеспечения единства измерений на предприятиях сферы бытовых услуг, отсутствует. Только по ограниченному перечню услуг (услугам торговли, банковским услугам) разработаны НД, содержащие требования к измерительным процедурам, выполняемым в процессах предоставления услуг [29].

В сфере услуг торговли действуют правила по метрологии, регламентирующие Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством товаров при их продаже.

Государственная метрологическая служба и её органы. Государственная метрологическая служба (ГМС) представляет собой систему органов и организаций, действующих в целях обеспечения единства измерений в стране и осуществления государственного метрологического контроля и надзора.

Главными задачами ГМС является реализация технической политики по обеспечению единства измерений в стране, влияющей на экономику и производство, науку и технику, международное сотрудничество, обеспечение обороны государства, а также координация деятельности органов исполнительной власти РФ и юридических лиц в области обеспечения единства измерений. Общее руководство ГМС осуществляет Госстандарт РФ [36].

Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц представляют собой ведомственную метрологическую службу, в которую входят:

- метрологические службы федерального органа исполнительной власти, головные и базовые организации в отраслях и подотраслях;
- метрологические службы юридических лиц (предприятий, организаций).

Метрологические службы создаются для научно-технического и организационно-методического руководства работами по метрологическому обеспечению в соответствии с ПР 50-732-93.

Для научно-технического, организационно-методического руководства по метрологическому обеспечению соответствующих отраслей или производств

отдельных видов продукции создаются головные и базовые организации метрологической службы. Они назначаются из числа ведущих научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций или предприятий соответствующих отраслей [36].

Ответственность за нарушение метрологических правил. В соответствии со ст. 25 Закона РФ от 27.04.93 №4871-1 «Об обеспечении единства измерений» юридические и физические лица, а также государственные органы управления РФ, виновные в нарушении настоящего Закона, несут в соответствии с действующим законодательством уголовную, административную либо гражданско-правовую ответственность [34].

В соответствии со ст. 14.7 Кодекса РФ «Об административных правонарушениях» обмеривание и обвешивание или иной обман потребителей в организациях, осуществляющих реализацию товаров, а равно гражданами, зарегистрированными в качестве предпринимателей в сфере торговли (услуг), влечет наложение штрафа в размере: от десяти до двадцати МРОТ на должностных лиц; от ста до двухсот МРОТ на юридических лиц; от пяти до десяти МРОТ на граждан.

За нарушения, выявляемые госинспекторами ГМКиН, согласно ст. 200 УК «Обман потребителей» виновное лицо может быть привлечено к уголовной ответственности за любой обман потребителей, в том числе за обман, наступивший в результате непригодных СИ.

Вопросы для контроля

1. Каковы виды и сферы государственного метрологического контроля и надзора?
2. Какова общая характеристика ГМН?
3. Кто проводит проверки при ГМН?
4. Что имеет право делать инспектор в случае обнаруженных нарушений?
5. Как происходит надзор за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций?
6. Как происходит государственный метрологический надзор за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже?
7. Метрологическое обеспечение сферы услуг?
8. Государственная метрологическая служба и её орган?
9. Для чего создаются метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц?
10. Какая предусмотрена ответственность за нарушение метрологических правил?

Тема 13. Техническое законодательство

Ключевые вопросы темы

1. Термины и определения в области технического законодательства.
2. Принципы технического регулирования.
3. Технический регламент.

4. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований технических регламентов.

Ключевые понятия: техническое законодательство, технический регламент, техническое регулирование, технический барьер.

Литература: [44, с. 45–50].

Методические рекомендации:

Техническое законодательство – совокупность правовых норм, регламентирующих требования к техническим объектам: продукции, процессам ее жизненного цикла, работам (услугам) и контроль (надзор) за соблюдением установленных требований [29].

Техническое законодательство – один из результатов деятельности по техническому регулированию как сфере государственного регулирования экономики. Федеральный закон (ФЗ) о техническом регулировании является основным источником технического права в России [31].

В соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184 – ФЗ (новая версия ФЗ, «О техническом регулировании» от 1 мая 2007 г. № 65 – ФЗ и от 30.12.2009г.– ФЗ) принято следующее определение технического регулирования:

– техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

Если объектом регулирования является продукция и технические процессы (производство, строительство, ремонт и пр.), то оно заключается в поддержании постоянного знания какого-либо параметра (например, скорости, давления, температуры) с помощью технических средств.

Техническое регулирование проявляется, прежде всего, в принятии государством мер, направленных на устранение тарифных и технических (нетарифных) барьеров. Под техническим барьером понимаются различия в требованиях национальных и международных стандартов, приводящие к дополнительным по сравнению с обычной коммерческой практикой затратам средств или времени для продвижения товаров на соответствующий рынок.

Объектами технического регулирования являются продукция, процессы жизненного цикла продукции (ИСЦП), работы и услуги. Существуют материальные (например, ремонт бытовой техники, пошив одежды, приготовление блюд) и нематериальные услуги (например, услуги связи, туристические, медицинские). Гражданский кодекс РФ определил «работу» как материальную услугу в отличие от нематериальных «социально-культурных услуг», которые представляют собственно услуги.

Субъектами технического регулирования являются:

1) органы власти (Правительство и министерства РФ);

2) органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технического законодательства (федеральные службы по надзору);

3) органы по сертификации (более 1100 единиц в рамках обязательной сертификации системы ГОСТ Р), аккредитованные испытательные лаборатории (более 2500 единиц);

4) субъекты хозяйственной (предпринимательской) деятельности;

5) разработчики технических законов и стандартов.

Одним из главных носителей требований по техническому регулированию является технический регламент [31]:

Технический регламент (ТР) – документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством РФ, или постановлением Правительства РФ и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Принципы технического регулирования. Техническое регулирование осуществляется в соответствии с рядом принципов:

1) независимость органов аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, исполнителей и приобретателей. Приобретатель объединяет понятия «покупатель» и «заказчик». Приобретатель – лицо, которое приобрело право собственности на имущество, в том числе на продукцию. Приобретателем может быть гражданин и организация;

2) недопустимость совмещения полномочий органа государственного контроля и органа по сертификации;

3) недопустимость совмещения одним органом полномочий на аккредитацию и сертификацию;

4) недопустимость внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдением технических регламентов;

5) применение единых правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;

6) единая система и правила аккредитации;

7) единство правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур оценки соответствия;

8) единство применения технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок;

9) недопустимость ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации;

10) соответствие технического регулирования уровню развития национальной и мировой экономики;

11) устранение избыточных барьеров в торговле;

12) недискриминационная основа;

13) гармонизация;

14) взаимное признание результатов оценки соответствия.

Комментарии приведенных примеров приведены в работе [29].

Главная цель технического регулирования – принятие технических регламентов (ТР). ТР принимаются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Структура, порядок разработки и применение ТР подробно рассмотрены в учебнике [29].

Виды технических регламентов. В ФЗ «О техническом регулировании» предусмотрены два вида ТР: общетехнические регламенты (ОТР); специальные технические регламенты (СТР).

Государственный контроль и надзор (ГК и Н) осуществляются следующими субъектами: федеральными органами исполнительной власти; органами исполнительной власти субъектов РФ; государственными учреждениями, уполномоченными на проведение ГК и Н (в соответствии с законодательством).

За нарушения требований ТР изготовитель (исполнитель, продавец) несет ответственность в соответствии с законодательством РФ (значительными штрафами за несоответствие; высокой вероятностью для поставщиков, что несоответствующая продукция будет выявлена).

Вопросы для контроля

1. Что такое техническое законодательство?
2. Что такое техническое регулирование?
3. Какие три основные группы мер регулирования для обеспечения баланса между безопасностью поступающей на рынок продукции и ее свободным перемещением к потребителю вы знаете?
4. Что является объектами технического регулирования?
5. Кто является субъектами технического регулирования?
6. Что такое технический регламент?
7. Какие принципы технического регулирования вы знаете?
8. Какова главная цель технического регулирования?
9. Какие предъявляются требования к содержанию технического регламента?
10. Какие два вида технических регламентов существует?

Тема 14. Основные понятия в области сертификации

Ключевые вопросы темы

1. Понятие сертификация.
2. Понятие риск.
3. Оценка соответствия.
4. Подтверждение соответствия.
5. Сертификат и декларация соответствия.
6. Знак соответствия.
7. Знак обращения на рынке.

8. Схема подтверждения соответствия.
9. Обязательная и добровольная сертификация и декларирование.
10. Порядок сертификации продукции.
11. Условия ввоза импортируемой продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия.
12. Правила функционирования системы добровольной сертификации работ и услуг.
13. Декларирование соответствия в странах ЕС. Европейские модули.

Ключевые понятия: сертификация, риск, декларирование, схема подтверждения соответствия.

Литература: [44, с. 86–116].

Методические рекомендации:

Сущность сертификации заключается в том, что в результате её проведения определенным образом подтверждается соответствие продукции, процесса или услуги тем требованиям. К объектам сертификации относятся продукция, услуги, системы качества, персонал, рабочие места и пр.

Участвующие в оценке соответствия страны представляют интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона). Третья сторона – лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных, растений с учетом тяжести этого вреда.

Безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

Оценка соответствия – прямое или косвенное определение соответствия требований, предъявляемых к объекту. Под оценкой соответствия в международном стандарте ИСО/МЭК 17000:2004 «Оценка соответствия. Словарь и общие принципы» понимается доказательство того, что заданные требования к продукции, процессу, системе, лицу или органу выполнены.

Подтверждение соответствия – документальное подтверждение соответствия объекта технического регулирования установленным требованиям. Подтверждение соответствия является финальной частью его оценки, которой предшествуют различные доказательства (испытания, проверка производства и т. п.).

Форма подтверждения соответствия – определенный порядок документального удостоверения соответствия.

По признаку обязательности процедуры различают обязательное и добровольное подтверждение соответствия. В свою очередь, обязательное подтверждение соответствия по признаку стороны, удостоверяющей его, подразделяет-

ся на декларирование соответствия (первая сторона) и обязательную сертификацию (третья сторона).

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

Сертификат соответствия – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил и условиям договоров.

Декларирование соответствия – форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

Декларация о соответствии (от лат. «declaration» – объяснение) – это документ, в котором изготовитель, продавец или исполнитель удостоверяет, что поставляемая, продаваемая им продукция или оказываемая услуга (далее именуется – продукция) соответствует установленным требованиям.

Знак соответствия – обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии объекта сертификации (декларирования) установленным требованиям.

В процессе использования знака соответствия различают владельца знака соответствия, под которым понимают лицо или организацию, имеющих законное право на знак, и его эмитента – орган, который дает право использовать этот знак. В России таковым является орган по сертификации.

Согласно международному стандарту (ИСО/МЭК 17030:2003):

Знак соответствия – это защищенный знак, т. е. знак, юридически защищенный от несанкционированного применения.

Знак обращения на рынке – обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов (ТР). Подобный знак действует в рамках ЕС.

Контроль (надзор) за соблюдением ТР – проверка выполнения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований ТР к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации и принятие мер по результатам проверки.

Схема подтверждения соответствия – перечень действий участников подтверждения соответствия, результаты которых рассматриваются ими в качестве доказательств соответствия продукции и иных объектов установленным требованиям.

Подтверждение соответствия может осуществляться в обязательной и добровольной формах.

Участниками сертификации являются изготовители продукции и исполнители услуг (первая сторона), заказчики-продавцы (первая либо вторая сторона: продавец как получатель продукции (товара) представляет вторую сторону, а при реализации товара покупателю – первую сторону), а также организации, представляющие третью сторону – органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры), федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию – Минпромэнерго России и подведомственное ему Росстандарт.

Основные участники – заявители, органы по сертификации (ОС) и испытательные лаборатории (ИЛ). Именно они участвуют в процедуре сертификации каждого конкретного объекта на всех этапах.

Схемы сертификации продукции, их типовой состав, содержание и применение, которые распространяются на обязательную и добровольную сертификацию и предназначены для разработчиков технических регламентов, разработчиков систем добровольной сертификации, органов по сертификации, испытательных лабораторий (центров) и заявителей сертификации, представлены в ГОСТ Р 53603-2020 «Схемы сертификации продукции в Российской Федерации».

Стандарт ГОСТ Р 54008-2022 «Схемы декларирования соответствия» устанавливает схемы декларирования соответствия продукции в Российской Федерации, их типовой состав, содержание, совокупность и последовательность действий при декларировании соответствия продукции установленным требованиям. Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

В 1989 г. в ЕС была принята Глобальная концепция гармонизации правил по оценке соответствия.

Особенность европейских модулей состоит в том, что в ряде случаев вместо применяемых при сертификации по схемам ИСО/МЭК процедур испытаний третьей стороной в модули включены действия самого изготовителя (первой стороны). Это заявление поставщика о соответствии европейским директивам и постановке знака соответствия «СЕ» без особого разрешения или лицензии, а лишь при выполнении определенных условий.

Вопросы для контроля

1. В чем заключается сущность сертификации?
2. Что такое риск?
3. Что такое безопасность продукции?
4. Что такое оценка соответствия?
5. Как разделяются процедуры подтверждения соответствия по признаку обязательности?
6. Что такое сертификат соответствия?
7. Что такое декларация соответствия?
8. Что такое знак соответствия?
9. Как выглядит знак соответствия стандарту России?
10. Что такое знак обращения на рынке?
11. Что такое схема сертификации?
12. Как происходит декларирование соответствия в странах ЕС?

Тема 15. Стандартизация. Сущность стандартизации. Принципы. Методы стандартизации

Ключевые вопросы темы

1. Становление стандартизации в РФ.

2. Сущность стандартизации.
3. Определение понятия стандартизация.
4. Уровни стандартизации.
5. Цели, задачи и принципы стандартизации.
6. Методы стандартизации.
7. Национальная система стандартизации. Органы и службы стандартизации РФ.
8. Виды национальных стандартов. Знаки соответствия.
9. Международная и региональная стандартизация.
10. Международных и региональных стандартов в отечественной практике.
11. Стандартизация систем менеджмента качества.

Ключевые понятия: стандартизация, ИСО, общероссийский классификатор, стандарт, агрегатирование, унификация, симплификация, классификация.

Литература: [44, с. 50–86].

Методические рекомендации:

В соответствии с Законом «О стандартизации» в РФ действует Государственная система стандартизации (ГСС). Методологические вопросы ее организации и функционирования изложены в комплексе государственных основополагающих стандартов, которые действуют с 1 апреля 1994 г. (ГОСТ Р 1.0-92. ГСС РФ «Основные положения», ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения» и др.).

В принятом в России в 1993 г. Законе РФ «О стандартизации» [32] было дано следующее понятие стандартизации: «Стандартизация – это деятельность по установлению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и технологических катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны».

Для обеспечения развития рыночных отношений в России необходимы дальнейшее сближение взглядов между зарубежной и отечественной практикой в вопросах стандартизации и разработки отечественных стандартов, гармонизированных с международными. В связи с этим в 2002 г. был принят Федеральный закон «О техническом регулировании» (новая версия закона «О техническом регулировании» от 1 мая 2007 г. №65-ФЗ).

В Законе РФ «О техническом регулировании» приняты следующие определения:

- Стандартизация – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на

достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции, повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг. Определение стандартизации, данное в этом законе, максимально учитывает международную практику;

- Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения; (standard – англ. – норма, образец).

- Международный стандарт – стандарт, принятый международной организацией;

- Национальный стандарт – стандарт, утвержденный национальным органом РФ по стандартизации.

Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политического региона мира принимают стандарт. Если участие в стандартизации открыто для соответствующих органов любой страны, то это международная стандартизация.

Региональная стандартизация – деятельность, открытая только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира. Региональная и международная стандартизация осуществляется специалистами стран, представленных в соответствующих региональных и международных организациях.

Национальная стандартизация – стандартизация в одном конкретном государстве. При этом национальная стандартизация также может осуществляться на разных уровнях: на государственном, отраслевом уровне, в том или ином секторе экономики (например, на уровне министерств); на уровне ассоциаций; производственных фирм, предприятий (фабрик, заводов) и учреждений.

Согласно Закону РФ «О техническом регулировании» стандартизация как деятельность направлена на достижение следующих целей:

- безопасность продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- безопасность хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- единство измерений;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг;
- экономия всех видов ресурсов и др.

Принципы стандартизации. Стандартизация как наука и как вид деятельности базируется на определенных исходных положениях-принципах. Можно выделить десять важнейших принципов стандартизации [34, 35].

Задачи стандартизации. Основными задачами стандартизации являются:

- обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями (заказчиками);
- установление требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе обеспечивающих ее безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- 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, блочно-модульных составных частей изделий;
- установление метрологических норм, правил, положений и требований;
- нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;
- создание и введение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;
- нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических программ и инфраструктурных комплексов (транспорт, связь, оборона, охрана и контроль окружающей среды, безопасность населения и т. д.).

Метод стандартизации – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации.

Стандартизация базируется на общенаучных и специфических методах. Упорядочение объектов стандартизации – универсальный метод в области стандартизации продукции, процессов и услуг. Упорядочение как управление многообразием связано, прежде всего, с сокращением многообразия. Упорядочение как универсальный метод состоит из отдельных методов: систематизации, симплификации, селекции, типизации и оптимизации.

Систематизация объектов стандартизации заключается в последовательном классифицировании и ранжировании совокупности конкретных объектов стандартизации. Наиболее простой формой систематизации является алфавитная система расположения объектов. Такую систему используют, например, в справочниках библиографии [35].

Широкое распространение получила разновидность систематизации – классификация.

Селекция объектов стандартизации – деятельность, заключающаяся в отборе таких конкретных объектов, которые признаются целесообразными для дальнейшего производства и применения в общественном производстве.

Симплификация – деятельность, заключающаяся в определении таких конкретных объектов, которые признаются нецелесообразными для дальнейшего производства и применения в общественном производстве.

Параметрическая стандартизация.

Унификация от лат. яз. unio – единство и faceze – делать, т. е. приведение чего-либо к единообразию, к единой форме. Унификация – деятельность по рациональному сокращению числа типов деталей, агрегатов одинакового функционального назначения. Она базируется на классификации и ранжировании, се-

лекции, симплификации, типизации и оптимизации элементов готовой продукции.

Агрегатирование – метод стандартизации, направленный на создание машин, механизмов и других изделий путем их сборки из ограниченного количества стандартных или унифицированных деталей и агрегатов, обладающих взаимозаменяемостью, каждая из которых могут быть использованы при создании различных модификаций машин одного и того же или других классов. Агрегатирование является высшей формой унификации.

Для усиления роли национальной стандартизации в повышении качества продукции в России была разработана и введена в действие Государственная система стандартизации (ГСС), которая начала формироваться после распада СССР (после 1992 г.). Она представляла собой комплекс взаимосвязанных правил и положений, структуру органов и служб стандартизации, порядок разработки, оформления, согласования, утверждения, документации, а также контроля за их внедрением и соблюдением. Таким образом, ГСС определяла организационные, методические и практические основы стандартизации во всех звеньях экономики.

Законодательную и нормативно-правовую основу проведения работ в области стандартизации и связанных с ней видов деятельности (метрология, сертификация) с 1993 г. составляли Законы Российской Федерации:

- «О стандартизации» [32];
- «О сертификации продукции и услуг» [39];
- «Об обеспечении единства измерений» [40];
- «О защите прав потребителей» [30].

В декабре 2002 г. принят принципиально новый Федеральный закон «О техническом регулировании», который координирует отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных и на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, выполнению работ и оказанию услуг.

С введением этого закона законы «О стандартизации» и «О сертификации продукции и услуг» утратили силу. Законы «О защите прав потребителей» и «Об обеспечении единства измерений» действуют в настоящее время.

В целях реализации ФЗ «О техническом регулировании» принят и начал действовать с 1 июля 2005 г. комплекс стандартов под наименованием «Стандартизация в Российской Федерации». В его составе девять национальных стандартов, в том числе ключевой документ – основополагающий стандарт ГОСТ Р.О – 2004, определяющий основные положения системы стандартизации в стране [34].

Указанный комплекс заменил ранее действовавший комплекс стандартов «Государственная система стандартизации Российской Федерации» (ГСС РФ). Новый комплекс должен охватывать все уровни, в частности стандартизацию на уровне отдельных организаций. Как и в системе прежней ГСС, в новом комплексе также регламентируются работы по стандартизации на международном и региональном уровнях.

Органы и службы стандартизации – организации, учреждения, объединения и их подразделения, основной деятельностью которых является осуществление работ по стандартизации или выполнение определённых функций по стандартизации.

К документам в области стандартизации, используемым на территории РФ относятся (ст.13 ФЗ «О техническом регулировании»):

- национальный стандарт;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные и региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств (зарегистрированных в федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов).

Для усиленного осуществления торгового, экономического и научно – технического сотрудничества различных стран особое значение имеет международная стандартизация. Необходимость разработки международных стандартов в настоящее время очевидна, так как различия национальных стандартов на одну и ту же продукцию, предлагаемую на мировом рынке, являются барьером на пути развития международной торговли, тем более, что темпы роста международной торговли в 3–4 раза превышают темпы развития национальных экономик. Не случайно международные стандарты сравниваются с ключом, который открывает рынки.

Основной задачей международного научно-технического сотрудничества в области стандартизации является гармонизация, т. е. согласование национальной стандартизации с международной, региональными и прогрессивными национальными системами зарубежных стран в целях повышения уровня российских стандартов, качества отечественной продукции и её конкурентоспособности на мировом рынке.

В настоящее время в ЕС входит 27 стран (в общей сложности около 400 млн. жителей) [34].

Ещё в 1957 г. руководители организаций по стандартизации стран-членов Европейского экономического сообщества и Европейской организации свободной торговли (ЕАСТ) обсуждали возможность совместных действий по согласованию национальных стандартов. В 1961 г. был учреждён Европейский комитет по стандартизации (СЕН); в 1972 г. создан Европейский комитет по стандартизации в электротехнике (СЕНЭЛЕК) (CEN – European Commute for Standardization) [34].

В системе стандартизации ЕС помимо технических директив разрабатываются другие документы по стандартизации, которые «зеркальны» по стандартизации и назначению документам ИСО/МЭК.

Продукция, отвечающая требованиям директивы, маркируется знаком «СЕ». В настоящее время сроки соответствия директивам ЕС являются фактором конкурентоспособности, их встречают на продукции ведущих промышленных компаний. Это свидетельствует о высоком качестве продукции и пристальном внимании, уделяемом этими компаниями вопросам безопасности и экологичности своей продукции.

Мировой опыт управления качеством продукции был сконцентрирован в пакете международных стандартов ИСО 9000, разработанных в 1987 г. техническим комитетом ИСО ТК 176 «Управление качеством и обеспечение качества». К сегодняшнему дню набор объектов стандартизации этой серии расширился и охватывает не только элементы систем качества, критерии их выбора и модели систем обеспечения их качества, но и способы проверки действующих систем качества, критерии квалифицированных характеристик экспертов – специалистов. В связи с этим международные стандарты (МС) по обеспечению качества теперь называют «семейством» стандартов ИСО серии 9000. Более подробно структура этих стандартов и их варианты рассмотрены в учебнике [36].

Вопросы для контроля

1. Что такое стандартизация?
2. Что такое стандарт?
3. Какие уровни стандартизации вы знаете?
4. Какие цели и задачи стандартизации?
5. Какие принципы стандартизации вы знаете?
6. Какие методы стандартизации вы знаете?
7. Что такое унификация продукции и как рассчитывается коэффициент унификации?
8. Какие органы и службы стандартизации РФ вы знаете?
9. Какие документы относятся к документам в области стандартизации на территории РФ?
10. Как обозначаются стандарты?
11. Что такое общероссийские классификаторы?
12. Что такое межгосударственная стандартизация?
13. Какие международные организации по стандартизации вы знаете?
14. Что такое МЭК?
15. Что такое МСЭ?
16. Что такое семейство стандартов ИСО 9000?

Тема 16. Качество продукции. Сущность качества. Основные понятия и определения

Ключевые вопросы темы

1. Понятие качество.
2. Объект качества.
3. ГОСТ 15467 Управление качеством продукции.
4. Группы свойств качества продукции.
5. Показатели качества.

6. Квалиметрия.

Ключевые понятия: качество, квалиметрия, объект качества.

Литература: [44, с. 116–123].

Методические рекомендации:

Деятельность в области стандартизации, метрологии и сертификации направлена на обеспечение качества процессов и продукции как результата процесса.

Качество – это философская категория, охватывающая все сферы человеческой деятельности. Понятие качества включает три элемента: объект, характеристики, потребности (требования).

Первый элемент – объект качества, которым могут быть и продукция, процесс, организация или отдельное лицо, а также любая комбинация из них. Примером подобной комбинации является такое всеобъемлющее свойство, как «качество жизни».

В объект качества входят такие понятия, как:

- продукция – результат деятельности, представленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях;

- изделие является единицей продукции, количество которой может исчисляться в штуках или экземплярах;

- товар – любая вещь, свободно отчуждаемая, переходящая от одного лица к другому по договору купли-продажи. Товар – это все, что может удовлетворять потребности или нужды и предлагается рынку с целью привлечения внимания, приобретения или потребления;

- услуга – результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственной деятельности исполнителя по удовлетворению потребности потребителя.

Второй элемент качества – характеристики. Товары и услуги обладают совокупностью отличительных свойств – характеристик. Характеристики могут быть качественными (например, запах и вкус пищевого продукта, вежливость и профессионализм продавца) и количественными (скорость автомобиля, прочность, надежность и др.)

Третий элемент – требования. Требование – это, прежде всего, проявление потребностей.

Существует много мнений и формулировок, выражающих понятие качества продукции, например, ЕОQ (European Organization for Quality) – степень удовлетворения запросов потребителя.

В соответствии с ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции» качество продукции есть совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

В международном стандарте ИСО 8402 изложено такое понятие качества продукции: качество продукции – это совокупность свойств и характеристик продукции или услуг, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

Для оценки качества машин и других изделий есть система показателей качества и их определения. (Стандарты с шифром 4. – Система показателей качества продукции (СПКП)).

Показатель качества – это количественные характеристики свойств продукции, входящие в состав ее качества, рассматриваемые применительно к определенным условиям эксплуатации или потребления.

Различают следующие показатели качества продукции:

- единичный – характеризует только одно из свойств продукции;
- комплексный – характеризует несколько ее свойств;
- определяющий – по которому принимают решение по оценке качества;
- интегральный – отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

Область практической и научной деятельности, которая занимается разработкой теоретических основ и методов количественной оценки качества продукции, называют квалиметрией (от лат. Quails – какой по качеству и metron – гр. яз. мера).

Основные задачи квалиметрии:

- определение номенклатуры необходимых показателей качества изделий и их оптимальных значений;
- разработка методов количественной оценки качества;
- создание методики учета изменения качества во времени и др.

Вопросы для контроля

1. Что такое качество?
2. Какие элементы качества вы знаете?
3. Какое определение понятия продукция?
4. Какое определение понятия услуга?
5. Какие группы свойств качества вы знаете?
6. Какие показатели качества вы знаете?
7. Что такое квалиметрия?
8. Как рассчитывается коэффициент готовности?

Тема 17. Штрихкод

Ключевые вопросы темы

1. Европейская система кодирования.
2. Расшифровка кода товара.

Ключевые понятия: штрихкод.

Литература: [44, с. 123–126].

Методические рекомендации:

Основные понятия и определения

Универсальный товарный код (UPC) был принят в США в 1973 г., а в 1977 г. появилась европейская система кодирования EAN (European Article Numbering), которая в настоящее время применяется и за пределами Европы. С

1993 г. штриховой код должен наноситься на все товары, поступающие в Европу.

Штриховой код состоит из чередующихся темных (штрихов) и светлых (пробелов) полос разной ширины. Размеры полос стандартизированы. Штриховые коды предназначены для сканирования специальными оптическими устройствами – сканерами. Сканеры декодируют штрихи в цифры через микропроцессоры и вводят информацию о товаре в компьютер. В зарубежных странах наличие штрихового кода на упаковке товара стало обязательным требованием, без выполнения которого торговые организации могут отказаться от товара. Такая система информации экономически эффективна. Она влияет на кодирование, упорядочение и ускорение сбора и формирования заказов, учет поступления товаров и их складирование, и сбыт, оформление заказов, бухгалтерский учет.

В России вопросами штрихового кодирования занимается Внешнеэкономическая ассоциация по проблемам автоматической идентификации товаров (ЮНИСКАН), задачи которой – оказание практической помощи промышленным, торговым, транспортным и другим организациям по внедрению штрихового кодирования и автоматизированной идентификации товаров. Российские производители имеют право ставить штрихкод на свою продукцию только с разрешения ЮНИСКАН.

В международной торговле широкое распространение получил код EAN, разработанный Международной ассоциацией EAN, находящейся в Брюсселе. Основным объектом кодирования при производстве и торговле товарами народного потребления является товар. Его конкретные единицы, отличающиеся ценой, массой, размером, цветом и т. п., идентифицируются однозначно путем присвоения им уникального кода, что позволяет производить автоматизированную обработку информации по каждому товару. Наиболее широко применяются два кода EAN: 13-разрядный и 8-разрядный цифровые коды, представляющие собой сочетание штрихов и пробелов разной ширины. Самый узкий штрих принят за единицу. Каждая цифра (или разряд) складывается из двух штрихов и двух пробелов. 13-разрядный код состоит из трех цифр кода страны («флаг страны»), далее четырех цифр кода изготовителя (фирмы), далее пяти цифр кода самого товара и одной цифры контрольного числа.

Ассоциация EAN разработала коды стран и централизованно представляет лицензию на их использование. Код предприятия-изготовителя составляется в каждой стране соответствующим национальным органом. Он включает пять цифр, если код страны двузначное число, или четыре цифры, если код страны трехзначное число.

Код товара (пять цифр) составляет непосредственно изготовитель. Расшифровка кода не является стандартом. Он может отражать определенные характеристики (признаки) самого товара. Так, например: 1-я цифра – наименование товара; 2-я цифра – потребительские свойства; 3-я цифра – размеры, масса; 4-я цифра – ингредиенты; 5-я цифра – цвет. Контрольная цифра предназначена для установления правильности считывания кода сканером по алгоритму EAN. Правильность проверяется следующим образом. Из цифрового обозначения ис-

ключают контрольную цифру (последнюю). Цифры, стоящие на четных местах, складывают, результат умножают на три. Полученную сумму складывают с суммой, полученной в результате сложения цифр, стоящих на нечетных местах. Из получившегося числа берется только последняя цифра, которую можно вычесть из десяти. Результат должен совпасть с контрольной цифрой.

Вопросы для контроля

1. Что такое штрихкод?
2. Какая организация в РФ занимается вопросами штрихового кодирования?
3. Какие европейские системы кодирования существуют?
4. Как расширяется штрихкод?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков интерпретации и обработки результатов измерений в области природообустройства и водопользования, овладения методами определения и оценки различных показателей качества, развития навыков решения задач, связанных с метрологическим обеспечением проектирования объектов природообустройства и водопользования.

Практические занятия по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, связанных с темой практического занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия	Кол-во часов ПЗ
1	Термины и определения. Погрешности измерений	4
2	Классы точности средств измерения	2
3	Стандартизация. Анализ нормативно-технической документации	2
4	Бланки сертификатов	2
5	Правила и порядок сертификации	3
6	Качество продукции	3
Итого		16

Практическая работа № 1. Термины и определения в области метрологии, стандартизации и сертификации. Погрешности измерений.

Цель: получить навыки и умения применения терминологии в области метрологии, стандартизации и сертификации согласно нормативной документации, получить навыки и умения расчета погрешности при измерении.

Задание по практической работе:

– ознакомиться с основными терминами и определениями в области метрологии согласно ГСИ Метрология Основные термины и определения РМГ 29-2013, с терминами и определениями в области стандартизации согласно ГОСТ 1.1-2002 Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения;

– научиться рассчитывать погрешность при проведении измерений.

Методические рекомендации:

Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности называется *метрологией*.

Основные термины и определения понятий в области метрологии установлены рекомендациями РМГ 29-2013 Метрология Основные термины и определения [1]. Дата введения данных рекомендаций 1 января 2015 г. Термины, установленные настоящим документом, рекомендуется применять во всех видах документации, научно-технической, учебной и справочной литературе по метрологии, входящих в сферу работ по стандартизации и (или) использующих результаты этих работ. Если иное не указано, то в данной работе будут использоваться термины и определения понятий именно из этого документа.

В соответствии с Законом «О стандартизации» [32] в РФ действует Государственная система стандартизации (ГСС). Методологические вопросы ее организации и функционирования изложены в комплексе государственных основополагающих стандартов, которые действуют с 1 апреля 1994 г. (ГОСТ Р 1.0-92. ГСС РФ «Основные положения», ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения» и др.).

В принятом в России в 1993 г. Законе РФ «О стандартизации» было дано следующее понятие стандартизации: «Стандартизация – это деятельность по установлению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и технологических катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны».

Расчет погрешностей при проведении измерений при прямых многократных измерениях проводят согласно ГОСТ Р 8.736 Измерения прямые многократные Методы обработки результатов измерений [50].

Контрольные вопросы:

1. Что такое прямое и косвенное измерения?
2. Что такое статическое и динамическое измерения?
3. Что такое опорное значение величины?
4. Что такое погрешность?
5. Что такое максимальная допускаемая погрешность?
6. Что такое случайная погрешность?
7. Что такое систематическая погрешность?
8. Что такое грубая погрешность?

Практическая работа № 2. Классы точности средств измерения.

Цель: получить навыки и умения определения класса точности средств измерения и расчета погрешности средства измерения в соответствии с имеющимся классом точности.

Задание по практической работе:

- ознакомиться с классами точности средств измерения;
- определить класс точности рабочего средства измерения и рассчитать погрешность средства измерения в соответствии с имеющимся классом точности.

Методические рекомендации:

Классы точности средств измерений устанавливает ГОСТ 8.401.

Класс точности согласно РМГ-29-2013 – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая их уровень точности и выражаемая точностными характеристиками средств измерений. Класс точности обычно обозначается числом или символом, принятым по соглашению. Класс точности дает возможность судить о значениях инструментальных погрешностей или инструментальных неопределенностей средств измерений данного типа при выполнении измерений. Необходимо подчеркнуть, что класс точности является обобщенной характеристикой СИ. Значение его позволяет определить не точность конкретного измерения, а лишь указать пределы, в которых находится значение измеряемой величины

ГОСТ 8.401 устанавливает общие положения деления средств измерений на классы точности, способы нормирования метрологических характеристик, комплекс требований к которым зависит от класса точности средств измерений, и обозначения классов точности. Стандарт не устанавливает классы точности средств измерений, для которых в стандартах предусмотрены нормы отдельно для систематической и случайной составляющих погрешности, а также нормирование номинальных функций влияния, если средства измерений предназначены для применения без введения поправок с целью исключения дополнительных погрешностей с учетом номинальных функций влияния. Стандарт не устанавливает также классы точности средств измерений, при применении которых в соответствии с их назначением необходимо для оценки погрешности измерений учитывать динамические характеристики.

Классы точности следует устанавливать в стандартах или технических условиях, содержащих технические требования к средствам измерений, подраз-

деляемым по точности. Необходимость подразделения средств измерений по точности определяют при разработке этой документации.

Классы точности средств измерений конкретного вида следует устанавливать в стандартах общих технических требований (технических требований) или общих технических условий (технических условий).

Контрольные вопросы:

1. Что такое класс точности средства измерений?
2. Как устанавливается класс точности?
3. Какие варианты обозначений классов точности существуют?
4. Где указывается класс точности?
5. Как устанавливаются значения классов точности цифрами?

Практическая работа № 3. Стандартизация. Анализ нормативно-технической документации.

Цель: получить навыки и умения анализа нормативно-технической документации.

Задание по практической работе:

- изучить стандарты, применяемые в области измерений;
- изучить технические регламенты;
- изучить технические условия.

Методические рекомендации:

Стандартизация является одним из эффективных средств организации общественных, производственных и экономических отношений в обществе.

В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» [45] даются следующие определения в области стандартизации:

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

– стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, маркировке и правилам их нанесения (standard – англ. – норма, образец);

– продукция – результат деятельности, представленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных или иных целях.

К документам в области стандартизации относятся [45]:

- национальные стандарты (ГОСТ, ГОСТ Р);
- правила стандартизации (П), нормы (Н) и рекомендации в области стандартизации (Р);

– общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;

– стандарты организаций и своды правил;

– международные и региональные стандарты.

К международным стандартам, принятым в РФ, относятся стандарты, разработанные международной организацией по стандартизации (ИСО); к региональным – стандарты, разработанные Европейской организацией по стандартизации (ЕС).

Кроме того, в настоящее время продолжают действовать отраслевые стандарты (ОСТ) и технические условия (ТУ).

После принятия в РФ Федерального закона «О техническом регулировании» стали внедряться технические регламенты (ТР).

Технический регламент – документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированном в порядке, установленном законодательством РФ, или постановлением Правительства РФ и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Более подробно положения ФЗ «О техническом регулировании» и особенностях ТР рассматриваются на лекциях.

На практических занятиях студенты изучают и применяют много различных ГОСТов и другой нормативной документации (НД).

Контрольные вопросы:

1. Что такое стандартизация?

2. Что такое стандарт?

3. Перечислите, какие нормативные документы используются на территории РФ?

4. Что такое национальная, региональная и международная стандартизация?

5. Дайте определение технического регламента. В чем его отличие от стандарта?

6. Что такое Технические условия?

Практическая работа № 4. Бланки сертификатов.

Цель: получить навыки и умения работы с бланками сертификатов.

Задание по практической работе:

– изучить бланк соответствия добровольной сертификации на продукцию и на услуги;

– изучить бланк сертификации;

– изучить бланк соответствия при обязательной сертификации.

Методические рекомендации:

Декларирование соответствия в форме добровольной сертификации оформляется двумя бланками. На них наносятся знаки соответствия добровольной сертификации и другие позиции.

Бланки соответствия добровольной сертификации:

- на продукцию (цвет голубой);
- на услуги (цвет сиреневый).

Бланк сертификации:

– продукцию (цвет желтый). На этот бланк наносится знак соответствия Российским стандартам (РСТ).

Бланк соответствия – обязательная сертификация:

– дается на продукцию, которая должна соответствовать требованиям технического регламента. Наносится знак соответствия ТР. Цвет бланка серо-зеленый.

В этой задаче необходимо:

- взять бланк сертификата;
- объяснить каждую позицию на бланке.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сертификация?
2. Какая информация заносится в бланк сертификата?
3. В чем отличие обязательной сертификации от добровольной?
4. В чем разница между бланками сертификатов на продукцию и услуги?

Практическая работа № 5. Правила и порядок сертификации.

Цель: получить навыки и умения сертифицировать продукцию.

Задание по практической работе:

- изучить ГОСТ 53603-2020 Схемы сертификации продукции;
- изучить процедуру сертификации;
- изучить схемы сертификации продукции.

Методические рекомендации:

Схема сертификации является определяющей частью процедуры сертификации, характеризующей необходимый уровень доказательности соответствия продукции установленным требованиям.

Схема сертификации может содержать одно или несколько предпринимаемых действий (модулей), результаты которых используют для принятия органом по сертификации общего решения о соответствии (несоответствии) продукции установленным (заявленным) требованиям. Такими действиями в общем случае могут считаться:

- анализ представленной документации;
- исследования (испытания) и измерения продукции;
- анализ состояния производства;
- оценка системы менеджмента;
- инспекционный контроль за сертифицированной продукцией.

Анализ документации в различной степени должен присутствовать во всех схемах сертификации и может быть представлен следующими основными видами:

- анализ представленной документации для идентификации продукции;
- анализ представленной документации для определения пригодности ее использования в качестве дополнительных доказательств соответствия;
- анализ технической документации на продукцию;
- исследование проекта продукции;
- исследование типа продукции.

На основе схем сертификации продукции в системах добровольной сертификации при необходимости могут быть установлены отдельные модификации схем сертификации, отражающие особенности сертификации отдельных видов продукции. При установлении отдельных модифицированных схем сертификации следует руководствоваться ГОСТ ISO/IEC 17067.

Обозначение схем сертификации образуется порядковым номером с буквой «с».

В ГОСТ Р 53603 приведены описания каждой схемы сертификации. Например, для схемы сертификации 1с представлена следующая информация.

Схема сертификации 1с применяется для серийно выпускаемой продукции.

Заявитель:

- подает заявку на сертификацию продукции с прилагаемыми документами;
- заключает договор(ы) на выполнение работ по сертификации и проведению исследований (испытаний) и измерений;
- предоставляет продукцию для проведения идентификации и отбора образцов (проб) для проведения исследований (испытаний) и измерений;
- создает условия для проведения анализа состояния производства;
- заключает договор на выполнение работ по проведению инспекционного контроля за сертифицированной продукцией и при необходимости проведению исследований (испытаний) и измерений и создает условия для проведения инспекционного контроля за сертифицированной продукцией;
- маркирует продукцию единым знаком обращения на рынке (знаком соответствия).

Орган по сертификации:

- проводит анализ документов, представленных заявителем;
- заключает договор на выполнение работ по сертификации;
- проводит идентификацию продукции и отбор образцов (проб) для проведения исследований (испытаний) и измерений;
- направляет продукцию в испытательную лабораторию или в обоснованных случаях {при отсутствии аккредитованной испытательной лаборатории (центра)] проводит испытания в собственной испытательной лаборатории изготовителя в присутствии работника органа по сертификации, если иное не установлено техническим регламентом;
- проводит анализ состояния производства;

- обобщает результаты анализа представленных заявителем документов, результаты исследований (испытаний) и измерений образцов (проб) продукции и результаты анализа состояния производства;
- принимает решение о выдаче (отказе в выдаче) сертификата соответствия: – вносит сведения о выданном сертификате соответствия;
- в единый реестр выданных сертификатов соответствия и зарегистрированных деклараций о соответствии – при обязательной сертификации;
- в реестр системы добровольной сертификации, в которой проводились работы по сертификации – при добровольной сертификации;
- заключает договор на проведение инспекционного контроля за сертифицированной продукцией и осуществляет его.

Испытательная лаборатория:

- заключает договор на проведение исследований (испытаний) и измерений продукции;
- проводит исследования (испытания) и измерения продукции при сертификации и (или) инспекционном контроле за сертифицированной продукцией.

Также в ГОСТ Р 53603 приведены описания и всех остальных схем сертификации, а также общие принципы выбора схем сертификации.

Знак соответствия ставится на изделие, тару, сопроводительную техническую документацию.

Контрольные вопросы:

1. Что такое схема сертификации?
2. Каких участников процедуры сертификации вы знаете?
3. Каким документом определен состав схем сертификации?
4. Что делает заявитель в процедуре сертификации?
5. Что делает орган по сертификации в процедуре сертификации?
6. Что делает испытательная лаборатория в процедуре сертификации?

Практическая работа № 6. Качество продукции.

Цель: получить навыки и умения управлять качеством продукции.

Задание по практической работе:

- изучить термины и определения в области управления качеством продукции;
- изучить ГОСТ Р ИСО 9000;
- изучить ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции;
- изучить показатели качества продукции.

Методические рекомендации:

Метрология, стандартизация (включая взаимозаменяемость) и сертификация являются инструментом обеспечения качества продукции, работ и услуг.

Качество – это сложная философская категория, охватывающая практически все сферы человеческой деятельности. Существует несколько определений, касающихся качества продукции. ГОСТ Р ИСО 9000 дает следующее определение:

– качество – это степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям.

ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения» регламентирует терминологию в области качества промышленной продукции: качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Под промышленной продукцией понимается материализованный результат процесса трудовой деятельности, обладающий полезными свойствами и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей как общественного, так и личного характера.

Изделие является единицей промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках или экземплярах. Изделие является частным случаем единицы промышленной продукции.

Любая продукция имеет множество различных свойств, которые могут проявляться на всех стадиях ее жизненного цикла: разработки, производства, испытания, хранения, транспортирования, ремонта и использования.

Под свойством продукции понимается объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении. Свойства продукции могут быть разными. Например, надежность изделия является сложным свойством, так как в свою очередь, обуславливается более простыми свойствами: долговечностью, безотказностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью.

Для оценки качества машин и других изделий нужна четкая система показателей качества и их определения.

Показатель качества продукции – это количественная характеристика свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

Различают следующие показатели качества продукции:

- единичный – характеризует одно из свойств продукции;
- комплексный – характеризует несколько ее свойств;
- определяющий – по которому принимают решение по оценке качества;
- интегральный – отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

Например, такие показатели, как масса изделия, средняя наработка на отказ, ресурс и др., являются единичными показателями.

Примером комплексного показателя является коэффициент готовности K_g , т.к. он характеризует безотказность (наработку на отказ – T) и ремонтпригодность (среднее время восстановления – T_v).

Фактический смысл коэффициента готовности – вероятность того, что изделие окажется работоспособным в любой промежуток времени между периодами планового технического обслуживания.

По совокупности показателей качества продукция определяется уровнем качества.

Под уровнем качества продукции понимают относительную характеристику качества продукции, основанную на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с принятыми базовыми значениями.

Оценка качества продукции может производиться как по единичным, так и по комплексным показателям.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения качества продукции по ГОСТ и по международному стандарту.
2. Что такое промышленная продукция и изделие?
3. Что такое свойство продукции?
4. Надежность продукции. Свойства надежности.
5. Что такое показатель качества продукции?
6. Назовите показатели качества продукции.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа учебным планом дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» не предусмотрена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РМГ 29-2013. Метрология. Основные термины и определения.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (Правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 1. Основные положения и определения.
3. ГОСТ Р ИСО МЭК 17025-2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
4. ИСО 3534-1 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Ч. 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей.
5. ГОСТ 8.061 Поверочные схемы. Содержание и построение.
6. ГОСТ 8.057-80 ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения.
7. ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия.
8. ГОСТ 7502-89 Рулетки измерительные металлические. Технические условия.
9. ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия.
10. ГОСТ 7470-92 Глубиномеры микрометрические.
11. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.
12. ГОСТ 868-82 Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм.
13. ГОСТ 11098-75 Скобы с отсчетным устройством. Технические условия.
14. ГОСТ 882-75 Щупы. Технические условия.
15. Перетятко, С. Б. Технические измерения: учебное пособие / С. Б. Перетятко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 143 с.
16. ГОСТ 9392-89 Уровни рамные и брусковые. Технические условия.
17. ГОСТ 10593 Головки измерительные пружинно-оптические. Оптикаторы. Технические условия.
18. ГОСТ 9012-59 Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.
19. ГОСТ 9013-59 Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу.
20. ГОСТ 22975-78 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Роквеллу при малых нагрузках (по Супер-Роквеллу). Ч. 3 Классификация, основные параметры и размеры.
21. ГОСТ 2999-75 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу.
22. ГОСТ 9450-5 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников.
23. ГОСТ 18661-73 Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка.
24. ГОСТ 23273-78 Металлы и сплавы. Измерение твердости методом упругого отскока бойка (по Шору).
25. ГОСТ 15528-86 Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения.

26. ГОСТ 8.271-77 Средства измерения давления. Термины и определения.
27. ГОСТ 8.157-75 Шкалы температурные практические.
28. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – Москва: Машиностроение, 1986. – 352 с.
29. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник / И. М. Лифиц. – Москва: Юрайт – издат. 2008. – 412 с.
30. Закон РФ «О защите прав потребителей» от 7.02.92 (с изм. и доп. От 9.01.96) № 2 – ФЗ.
31. Закон РФ «О техническом регулировании» от 27.12.02 № 184 – ФЗ (с доп. от 01.05.2007 № 65 – ФЗ).
32. Закон РФ «О стандартизации» от 10.06.93 (с доп. от 27.12.95) № 211 – ФЗ.
33. Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учебник для вузов / Г. Д. Крылова. – Москва, 1999. – 711 с.
34. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – Москва: Юрайт, 2013. – 813 с.
35. Овсянников, В. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / В. В. Овсянников. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2004. – 72 с.
36. Яблонский, О. П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебник / О. П. Яблонский, В. А. Иванова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 448 с.
37. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник для вузов / А. И. Якушев [и др.]. – Москва, 1986. – 352 с.
38. Правдин, Ю. Ф. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: метод. указания / Ю. Ф. Правдин, А. И. Щетинин. – КТИРПиХ, 1983. – 88 с.
39. Закон РФ «О сертификации продукции и услуг» от 10.06.93 (с изм. и доп. от 31.07.98) № 154 – ФЗ.
40. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 27.04.93 № 4871 – ФЗ. (с доп. от 18.06.2008).
41. Шишкин, И. Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: учеб. пособие / И. Ф. Шишкин. – Москва: Изд-во стандартов, 1987. – 320 с.
42. Овсянников, В. В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: метод. указания / В. В. Овсянников, Ю. Ф. Правдин. – Калининград: Изд-во КТИРПиХ, 1984. – 67 с.
43. ГОСТ 8.051-81. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Введен 01.01.82.
44. Овсянников, В. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / В. В. Овсянников. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – 130 с.

45. ПР 50.2.003 Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций. Утв. Постановлением Госстандарта РФ от 08.02.1994 № 8. Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.12.1994 № 740.

46. ГОСТ 8.315-97 «ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

47. ГОСТ Р 54008-2022 Схемы декларирования соответствия.

48. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 июля 2021 г. № 1265 «Об утверждении Правил обязательного подтверждения соответствия продукции, указанной в абзаце первом пункта 3 статьи 46 Федерального закона «О техническом регулировании».

49. Овсянников, В. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб.-метод. пособие по практическим занятиям / В. В. Овсянников. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 70 с.

50. ГОСТ Р 8.736 Измерения прямые многократные Методы обработки результатов измерений.

Локальный электронный методический материал

Сергей Борисович Перетятко

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Редактор С. Кондрашова

Уч.-изд. л. 6,2. Печ. л. 4,8.

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1