

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАОЧНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МЕТРОЛОГИЯ,
СТАНДАРТИЗАЦИЯ И
СЕРТИФИКАЦИЯ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Санкт-Петербург
2009

Кафедра метрологии

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Институты:

все, кроме Института управления производственными и инновационными программами

Укрупненные группы направлений подготовки высшего профессионального образования

Направления подготовки высшего профессионального образования:

- 140000 - энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника
- 150000 - металлургия, машиностроение и материалобработка
- 190000 - транспортные средства
- 200000 - приборостроение и оптотехника (кроме спец. 200501.65 и 200503.65)
- 210000 - электронная техника, радиотехника и связь
- 220000 - автоматика и управление
- 230000 - информатика и вычислительная техника
- 240000 - химическая и биотехнологии
- 261000 - технология художественной обработки материалов
- 280000 – безопасность жизнедеятельности, природообустройство и защита окружающей среды

Санкт-Петербург
Издательство СЗТУ
2009

Утверждено редакционно-издательским советом университета
УДК 53.08.389.14

Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-методический комплекс / сост.: Г.А. Алексеев, О.В. Новикова, Э.И. Медякова, В.М. Станякин, И.Ф. Шишкин – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009.- 225 с.

Учебно-методический комплекс «Метрология, стандартизация и сертификация» разработан в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования.

УМК рекомендуется также для студентов, изучающих дисциплины «Метрология и радиоизмерения» и «Метрология, стандартизация и технические измерения».

В УМК рассмотрены вопросы метрологии с учетом последних достижений науки, а также стандартизации и сертификации с учетом последних нормативных документов как отечественных, так и международных. Вопросы взаимозаменяемости рассмотрены с теоретических и практических позиций. Раздел методы и средства измерений изложен с учетом современной элементной базы.

Рассмотрено на заседании кафедры метрологии 22.04.2008 г., одобрено методической комиссией института приборостроения и систем обеспечения безопасности 12.05.2008 г.

Рецензенты: кафедра метрологии (зав. кафедрой И.Ф. Шишкин, д-р техн. наук, проф.); В. Я. Смирнов, канд. техн. наук, нач. лаб. ФГУП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева.

Составители: Г. А. Алексеев, д-р техн. наук, проф.;
О.В. Новикова, канд. техн. наук, доц.;
Э.И. Медякова, канд. техн. наук, доц.;
В. М. Станякин, канд. техн. наук, доц.;
И. Ф. Шишкин, д-р техн. наук, проф.

© Северо-Западный государственный заочный технический университет, 2009

© Алексеев Г. А., Новикова О.В., Медякова Э.И., Станякин В. М.,
Шишкин И. Ф., 2009

1. Информация о дисциплине

1.1. Предисловие

Учебно-методический комплекс «Метрология, стандартизация и сертификация» включает в себя разделы: метрология, стандартизация, сертификация, взаимозаменяемость и методы, средства и автоматизация измерений.

В период перехода к рыночной экономике все большую значимость приобретают понятия: качество продукции и услуг, сертификация, стандартизация и метрология. Подтверждением этого являются принятые законы Российской Федерации: "О защите прав потребителя", "Об обеспечении единства измерений", "О техническом регулировании", которые создали необходимую правовую базу для внесения существенных новшеств в организацию важнейших для экономики областей деятельности. С принятием закона РФ «Об обеспечении единства измерений» в России начался новый этап развития метрологии, который характеризуется переходом от административного принципа управления метрологической деятельностью к законодательному. Этот закон позволяет сохранить принцип государственного характера метрологического дела при гармонизации российской системы измерений с международной практикой. Это выражается прежде всего в том, что теперь в России действуют не только государственные метрологические организации, но и службы юридических лиц, а также коммерческие метрологические службы.

Стандартизация, сертификация и метрология неразрывно связаны между собой, поэтому изучение их в одном учебном курсе дает более полное представление о важности каждого из этих направлений деятельности и их совокупности для становления рыночной экономики в стране, развития внешнеэкономической деятельности предприятий на современной цивилизованной основе, обеспечения условий, необходимых для присоединения страны к международным системам сертификации и вступления во Всемирную торговую организацию.

Требования рынка и принятые законы нашли отражение в новых образовательных стандартах. Практически во все инженерные специальности включены общепрофессиональные дисциплины, охватывающие вопросы метрологии, стандартизации, сертификации, а в некоторые добавлена взаимозаменяемость, методы, средства и автоматизация измерений

Цель изучения дисциплины – подготовка будущих инженеров к решению организационных, научных, технических и правовых задач метрологии, стандартизации, сертификации, взаимозаменяемости, методов и средств измерений, радиоизмерений при проектировании, производстве и эксплуатации разнообразных устройств.

Задачей изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по основным вопросам метрологии, стандартизации и сертификации; взаимозаменяемости, методов и средств измерений, радиоизмерений, которые обеспечивают в будущем их квалифицированное участие в многогранной деятельности инженера по выбранной специальности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- *иметь представление* об основах метрологии и метрологического обеспечения, принципах и методах стандартизации и сертификации и о возможностях средств измерений, используемых в избранной области профессиональной деятельности;

- *знать и уметь использовать* основные метрологические правила, требования и нормы; методы и средства измерений, организационные и технические принципы стандартизации и сертификации.

Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» базируется на соответствующих разделах дисциплин гуманитарного и естественно-научного циклов – «Математика», «Информатика», «Физика», «Теоретическая механика» и предшествующих общепрофессиональных дисциплин, «Теоретические основы электротехники» и «Электротехника и электроника» и, в свою очередь, являются базой для изучения вопросов метрологии, стандартизации, сертификации, взаимозаменяемости и технических измерений в специальных дисциплинах и для выполнения графической части и экспериментальных частей курсовых и дипломных проектов и работ.

1.2. Содержание дисциплины и виды учебной работы

1.2.1. Содержание дисциплины по ГОС

Общие дидактические элементы ГОСов для 24-х специальностей, на базе которых составлена рабочая программа УМК

1. Метрология

Теоретические основы метрологии; основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира; основные понятия, связанные со средствами измерений; закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей; понятие многократного измерения; алгоритмы обработки многократных измерений; понятие метрологического обеспечения; организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами;

2. Стандартизация

Исторические основы развития стандартизации, ее роль в повышении качества продукции и развитии на международном, региональном и национальном уровнях. Правовые основы стандартизации; Международная организация по стандартизации (ИСО); основные положения государственной системы стандартизации (ГСС); научная база стандартизации; определение оптимального уровня унификации и стандартизации; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

3. Сертификация

Основные цели и объекты сертификации; термины и определения в области сертификации; качество продукции и защита прав потребителя; схемы и системы сертификации; правила и порядок проведения сертификации; органы по сертификации, испытательные лаборатории; аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий; сертификация услуг; сертификация систем качества.

4. Взаимозаменяемость

Точность деталей, узлов и механизмов; ряды значений геометрических параметров; виды сопряжений в технике; отклонения, допуски и посадки, расчет и выбор посадок; единая система нормирования и стандартизации показателей точности; единая система допусков и посадок (ЕСДП); размерные цепи и методы их расчета; расчет точности кинематических цепей; нормирование отклонений формы и расположения поверхностей, микронеровностей деталей (волнистости и шероховатости); контроль геометрической и кинематической точности деталей, узлов и механизмов. Допуски и посадки типовых соединений: гладких элементов деталей, подшипников качения, резьбовых, шпоночных, шлицевых соединений, зубчатых колес, передач, крепежных изделий.

5. Методы, средства и автоматизация измерений

Электромеханические и электронные приборы, методы и средства измерений неэлектрических величин, цифровые измерительные приборы, применение измерительной техники при измерениях, информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Электрический сигнал и формы его представления.

6. Радиоизмерения

Средства измерения и его метрологические характеристики; первичные преобразователи и измерительные информационные системы. Измерение тока, напряжения и мощности; измерение параметров радиочепей; исследование формы сигнала; анализ спектра и параметров сложных сигналов; измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига; измерение характеристик случайных сигналов; автоматизация измерений.

1.2.2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов		
	Форма обучения		
	Очная	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» (ОТД)	136		
Работа под руководством преподавателя (РПП)	82	82	82
В том числе аудиторные занятия:			
лекции	46	12	8
практические занятия (ПЗ)	10	10	
лабораторные работы (ЛР)	12	12	8
Самостоятельная работа студента (СР)	54	54	54
Промежуточный контроль, количество тестов, тестирование	1	2	2
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Экзамен		

1.2.3. Перечень видов практических занятий и контроля

Контрольные работы: для спец. 151001.65 – 2 к/р, для других спец. – 1 к/р (кроме очной формы обучения).

Практические занятия;

Лабораторные работы;

Тесты - текущие (тренировочные) и контрольные;

Экзамен (спец. 210302.65 – зачет)

2. РАБОЧИЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. Рабочая программа (объем дисциплины 136 часов)

Введение

Предмет и задачи дисциплины. Основные этапы развития метрологии, стандартизации, взаимозаменяемости и сертификации. Их роль в научных исследованиях и промышленном производстве.

Вклад отечественных ученых в развитие метрологии. Метрология, стандартизация и сертификация в рыночной экономике.

Раздел 1. Метрология

1.1. Физические величины, методы и средства их измерений

[1], с.8-23, 106-109; [2], с. 141-148

1.1.1. Физические величины и измерительные шкалы

Измерения и наука об измерениях. Качественная характеристика измеряемых величин - размерность. Количественная характеристика измеряемых величин – размер. Измерительные шкалы.

1.1.2. Международная система единиц физических величин (СИ)

Международная система единиц СИ. Основные и производные единицы СИ. Правила образования когерентных производных единиц из основных. Десятичные кратные и дольные единицы.

1.1.3. Виды и методы измерений. Общие сведения о средствах измерений
Методы измерений. Виды измерений. Классификация средств измерений.

1.2. Теоретические основы метрологии.

[1], с. 78-94; [2], 141-148

1.2.1. Основы теории измерений

Условия измерений. Основное уравнение измерения. Формы представления результата измерения у цифровых и аналоговых измерительных приборов. Способы выражения неопределенности и погрешности измерений.

Математические действия с результатами измерений. Обратная задача теории измерений.

1.2.2. Однократные измерения

Априорная информация. Последовательность действий при однократном измерении. Классы точности средств измерений

1.2.3. Многократные измерения

Апостериорная информация. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета: обнаружение и исключение ошибок; Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения. Определение пределов, в которых находится значение измеряемой величины.

1.3. Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)

[1], с. 16-29, с. 117-145; [2], с. 162-167, с. 175-188

1.3.1. Единство измерений

Единство измерений. Обеспечение единства измерений. Четыре основы обеспечения единства измерений.

1.3.2. Техническая основа ОЕИ

Государственные эталоны единиц физических величин. Поверочные схемы.

1.3.3. Нормативно-правовая основа ОЕИ

Закон РФ « Об обеспечении единства измерений», Постановление Правительства Российской Федерации от 12.02.1994 г. № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг», Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), нормативно-технические и распорядительные документы субъектов хозяйственной деятельности.

1.3.4. Организационная основа ОЕИ

Государственные службы обеспечения единства измерений; метрологические службы федеральных органов исполнительной власти; метрологические службы юридических лиц.

Структура и деятельность метрологических служб.

Раздел 2. Стандартизация

2.1. Основные принципы и теоретическая база стандартизации

[1], с. 173-174; [2], с. 58-76

Общие положения. Сущность и народно-хозяйственное значение стандартизации, её место в системе наук и роль в практической деятельности. Основные понятия и определения в области стандартизации в соответствии с руководством ИСО/МЭК – 2. Уровни, области и аспекты стандартизации.

Основопологающие принципы стандартизации. Принципы системности, оптимальности, предпочтительности, комплексности, перспективности и установления опережающих требований, унификации, динамичности, обязательности, добровольного применения стандартов и обязательного исполнения их требований обеспечения функциональной взаимозаменяемости стандартизуемых изделий – их смысл и использование.

Основные направления развития стандартизации. Параметрическая, комплексная, опережающая стандартизации – их цель и задачи. Примеры этих направлений развития стандартизации. Основные критерии выбора и направлений развития стандартизации: целесообразность разделения производственного процесса изготовления объекта, экономический эффект от комплексной стандартизации и т. п.

Система предпочтительных чисел. Математические закономерности, применяемые в работах по стандартизации. Ряды предпочтительных чисел как теоретическая база стандартизации, общие предпосылки образования рядов предпочтительных чисел по ГОСТ 8032-84. Свойства основных рядов. Выборочные, производные и другие ряды предпочтительных чисел по ГОСТ 8032-84 и их условные обозначения.

Особенности выбора линейных размеров в технике. ГОСТ 6636-69 на нормальные линейные размеры и его значение. Ряды нормальных линейных размеров основного применения. Обозначение рядов.

Ряды E, особенности их образования и области применения.

2.2. Методы стандартизации

[1], с. 197-225; [2], с. 76-86

Основные цели систематизации классификации. Объекты; категории; методы классификации методы кодирования, применяемые в стандартизации. Классификаторы продукции: конструкторские и технологические структуры кодов классификаторов.

Унификация, агрегатирование и типизация как основные методы стандартизации. Их цели, задачи, применение. Примеры применения методов.

2.3. Стандартизация в Российской Федерации

[1], с. 173-196

Технические регламенты и их правовой статус. Федеральный закон «О техническом регулировании» и его значение. Технический регламент как разновидность регламентов. Системное регулирование направлений деятельности в

области технического регулирования. Принятие технического регламента. Содержание технического регламента. Примеры технических регламентов.

Межотраслевые системы и комплексы стандартов. Межотраслевые системы и комплексы стандартов как новая форма стандартизации с 70-х годов XX века. Межотраслевые системы и комплексы стандартов, действующие в Российской Федерации.

Документы, входящие в состав межотраслевой системы «Стандартизация в Российской Федерации» (ГОСТ Р 1), и их назначение.

Категории нормативных документов по стандартизации: национальные стандарты; национальные военные стандарты; межгосударственные стандарты, введенные в действие в Российской Федерации; правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации; общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации; стандарты организаций; своды правил – области их распространения и применения.

Виды стандартов: стандарты на продукцию, на процессы, на услуги; основополагающие стандарты (организационно-методические и общетехнические); на термины и определения; на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) – области их применения.

Правила разработки, утверждения, обновления и отмены национальных стандартов Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначение национальных стандартов.

Органы и службы стандартизации.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Единая система технологической документации (ЕСТД). Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Система разработки и постановки продукции на производство (СПП).

2.4. Международная стандартизация

[1], с. 255-277; [2], с. 114-135

Правительственные и неправительственные международные организации по стандартизации. Деятельность по стандартизации в ИСО, МЭК, ВТО, ООН, ЕОК и др., их структура, цели, задачи, основные направления деятельности. Международные стандарты и их применение в различных странах. Организации по стандартизации в зарубежных странах.

Основные документы, определяющие деятельность в области стандартизации, метрологии и сертификации стран-участниц.

Органы, осуществляющие деятельность в области межгосударственной стандартизации, их структура, цели и задачи. Основные направления работ в области межгосударственной стандартизации.

Межгосударственные стандарты, правовой статус. Объекты межгосударственной стандартизации. Информация в области межгосударственной стандартизации.

Раздел 3. Сертификация

3.1. Основные положения в сертификации

[1], с. 576-587; [2], с. 201-224

Принципы, правила и порядок проведения сертификации продукции.

Качество продукции и необходимость подтверждения соответствия характеристик продукции существующим требованиям. Закон РФ «О защите прав потребителей» и его сущность. Сферы его действия. Формирование доверия к товарам и услугам путем использования сертификации и аккредитации, построенным по единым европейским нормам.

История формирования терминов и определений в области сертификации. Современные термины «Сертификация» и «Подтверждение соответствия» и их определения. Закон «О техническом регулировании» и его статьи в области сертификации. Сертификация добровольная и обязательная. Права и обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия.

3.2. Системы и схемы сертификации

[1], с. 587-592; [2], с. 224-239

Схемы сертификации продукции, применяемые в РФ. Системы обязательной сертификации. Системы добровольной сертификации. Перспективные задачи сертификации, переход на подтверждение соответствия.

3.3. Этапы сертификации

[1], с. 592-598; [1]; [2], с. 239-267

Порядок проведения сертификации. Основные этапы проведения сертификации: заявка на сертификацию; оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям; анализ результатов оценки соответствия; решения по сертификации; инспекционный контроль за сертифицированным объектом.

3.4. Органы по сертификации и их аккредитация

[1], с. 711-724; [2], с. 267-282

Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Обязанности и основные функции органа по сертификации, требования к персоналу органа по сертификации, к фонду нормативных документов и документации, к аккредитуемой организации.

Аккредитация как механизм обеспечения доверия – беспристрастности, независимости и компетентности участников сертификации. Структура Российской системы аккредитации. Этапы процесса аккредитации.

Направления сертификации: продукции, услуг, систем качества и персонала. Сущность сертификации систем качества и производств. Порядок проведения сертификации систем качества.

Раздел 4. Взаимозаменяемость

4.1. Единая система допусков и посадок (ЕСДП)

[1], с. 278-335

Взаимозаменяемость как показатель технического уровня серийного производства. Виды взаимозаменяемости. Система комплексного обеспечения взаимозаменяемости на всех стадиях жизненного цикла изделий - при проектировании, изготовлении и эксплуатации. Принцип единства баз.

Номинальный, действительный и предельные размеры. Нормальные линейные размеры. Предельные и действительные отклонения. Рассеивание и поля рассеивания действительных размеров. Допуск как характеристика заданной точности изготовления. Поле допуска. Соединение деталей. Вал и отверстие. Зазор и натяг. Посадка. Типы посадок. Предельные и средние зазоры и натяги, допуск посадки. Посадки в системе отверстия и в системе вала. Нормированная и действительная точность изделий.

4.2. Допуски формы и расположения поверхностей

[1], с. 397-439

Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Отклонение формы и расположения поверхности и нормирование этих отклонений. Зависимые и независимые допуски формы и расположения. Степени и уровни точности.

4.3. Шероховатость поверхности

[1], с. 440-454

Параметры шероховатости и способы нормирования их значений. Зависимость значений параметров шероховатости от заданной точности размеров при разных способах обработки деталей. Указание шероховатости и допусков формы и расположения поверхностей на чертежах. Обоснование требований к качеству поверхности деталей, исходя из их функционального значения.

4.4. Посадки в типовых соединениях

[1], с. 336-396; [2], с. 450-519

Единые принципы построения систем допусков и посадок типовых соединений (гладких, цилиндрических и плоских, конических, шпоночных, шлицевых, резьбовых), зубчатых передач и др. Общая структура этих систем. Основные нормы взаимозаменяемости. Структура ЕСДП: диапазоны и интервалы размеров, единицы допуска, уровни точности (кавалитеты), ряды допусков, основные отклонения и их ряды, поля допусков, предпочтительные поля допусков, посадки в системе отверстия и вала. Указание размеров и посадок на чертежах.

4.5. Выбор методов и средств измерений

[1], с. 516-520

Общие структурные элементы средств измерений (СИ). Принцип совмещения функций контроля и управления технологическими процессами. Меры длины и угловые меры. Универсальные СИ для линейных и угловых измерений. Измерительные инструменты (штангенинструменты, микрометры). Измерительные головки (индикаторы, микрокаторы, оптикаторы), оптико-механические (оптиметры, длиномеры) и оптические (интерферометры, измерительные микроскопы, проекторы) приборы – назначение, устройство и их метрологические характеристики. Выбор СИ.

4.6. Размерные цепи

[1], с. 520-575

Классификация размерных цепей. Звенья размерной цепи. Размерный анализ: задачи анализа, проектный и проверочный расчеты, принцип кратчайшей цепи.

Обеспечение полной и неполной взаимозаменяемости: методы максимума-минимума, вероятностей, групповой взаимозаменяемости (селективная сборка), регулирования, пригонки. Решение проектной задачи способами равных допусков и допусков одного качества. Применение ЭВМ при расчете размерных цепей.

Раздел 5. Методы, средства и автоматизация измерений

5.1. Общие сведения о методах и средствах измерений

[3], с. 84-95; 43-46; 153-157; 289-292, [11]

Сигналы измерительной информации. Электрический сигнал и формы его представления. Методы измерений. Структурные схемы СИ и их метрологические характеристики (МХ). Средства измерений – меры, измерительные преобразователи (масштабные, электромеханические, аналого-цифровые и цифроаналоговые), измерительные приборы.

Информационно-измерительные системы (ИИС). Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК).

Работа СИ в статическом и динамическом режимах. Автоматизация измерений. Ввод аналоговой информации в устройства цифровой вычислительной техники.

5.2. Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин

[3], с. 166-211, 214-230, с. 293-312; [10]

Измеряемые электрические величины: ток, напряжение, мощность, параметры электрических цепей, частотно-временные параметры сигналов. Принципы действия, структурные схемы СИ (электромеханических, электронно-аналоговых и цифровых): вольтметров, амперметров, ваттметров, мостов постоянного и переменного токов, частотомеров, осциллографов. Примеры СИ.

Измеряемые магнитные величины: магнитный поток, индукция, напряженность магнитного поля. Принципы действия, структурные схемы СИ. Примеры СИ.

Измеряемые неэлектрические величины: температура, масса, длина, угол. Принципы действия, структурные схемы СИ. Примеры СИ.

Раздел 6. Радиоизмерения

[3], с. 166-292; [9]; [11]; [12]

Измерение напряжений и токов. Назначение и классификация измерительных генераторов. Принципы действия, структурные схемы генераторов низких, высоких частот. Импульсные генераторы и генераторы шума.

Осциллограф импульсный – принцип действия, структурная схема, области применения, особенности осциллографических разверток.

Анализаторы спектра, измерители коэффициента амплитудной модуляции, девиометры, измерители коэффициента нелинейных искажений; структурные схемы, области применения. Примеры СИ.

Методы измерений фазового сдвига: осциллографический, преобразование фазового сдвига во временной интервал, структурная схема цифрового фазометра.

Частотно-временные параметры сигналов. Методы измерения частоты. Структурные схемы СИ (аналоговых и цифровых). Примеры СИ.

Методы измерения мощности в области высоких и низких частот. Структурные схемы. Примеры СИ.

Методы измерений параметров элементов цепей. Структурные схемы СИ. Примеры СИ.

Измерение характеристик случайных сигналов

Автоматизация измерений. Основные направления автоматизации радиоизмерений. Применение встроенных микропроцессорных систем. Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК).

Заключение

Перспективы развития метрологии, стандартизации, сертификации, взаимозаменяемости, методов и средств измерений, радиоизмерений. Адаптация специалиста в современных рыночных отношениях.

2.2. Тематические планы дисциплины

2.2.1 Тематический план дисциплины для студентов очной формы обучения (специальность 150501.65)*

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОТ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОТ	Аудит. (№ ЛР)	ДОТ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Всего	136	46	14	10		12		54			
1	Раздел 1 Метрология	22	10	2					10		№1	№1
1.1	Физические величины, методы и средства их измерений											
1.1.1	Физические величины и измерительные шкалы		2						3			
1.1.2	Международная система единиц физических величин		4						3			
1.1.3	Виды и методы измерений. Общие сведения о средствах измерений		4	2					4			
1.2	Теоретические основы метрологии	48	10	4	10		12		12		№2	№2
1.2.1	Основы теории измерений		2									
1.2.2	Однократные измерения		4	2	4 №1		6 №1		6			
1.2.3	Многократные измерения		4	2	6 №2		6 №2		6			
1.3	Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)	20	10						10		№3	№3
1.3.1	Единство измерений		4						2			
1.3.2	Техническая основа ОЕИ		2						4			
1.3.3	Нормативно-правовая основа ОЕИ		2						2			
1.3.4	Организационная основа ОЕИ		2						2			
2	Раздел 2 Стандартизация	22	8	4					10			
2.1	Основные принципы и теоретическая база стандартизации		2	2					5		№4	№4
2.2	Методы стандартизации		4						5		№5	№5

2.3	Стандартизация в РФ		2								№6	№6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2.4	Международная стандартизация			2							№7	№7
3	Раздел 3 Сертификация	24	8	4					12			
3.1	Основные положения в сертификации		2						2		№8	№8
3.2	Системы и схемы сертификации		2	2					4		№9	№9
3.3	Этапы сертификации		2	2					4		№10	№10
3.4	Органы по сертификации и их аккредитация		2						2		№11	№11

*Разделы 1-3 студенты других специальностей изучают в уменьшенном объеме, т. е. пропорциональном количеству часов, отведенных на данную дисциплину по ГОС (см. таблицу с.18)

2.2.2. Тематический план дисциплины для студентов очно-заочной формы обучения (специальность 150501.65)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОТ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОТ	Аудит. (№ ЛР)	ДОТ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Всего	136	12	48	10		12		54			
1	Раздел 1 Метрология											
1.1	Физические величины, методы и средства их измерений	18	2	6					10		№1	№1
1.1.1	Физические величины и измерительные шкалы			2					3			
1.1.2	Международная система единиц физических величин			2					3			
1.1.3	Виды и методы измерений. Общие сведения о средствах измерений		2	2					4			
1.2	Теоретические основы метрологии	48	4	10	10		12		12		№2	№2
1.2.1	Основы теории измерений		2	2					4			

	Всего	136	8	66			8		54			
1	<u>Раздел 1 Метрология</u>											
1.1	Физические величины, методы и средства их измерений	26	2	18					6		№1	№1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.1.1	Физические величины и измерительные шкалы			8					2			
1.1.2	Международная система единиц физических величин			8					2			
1.1.3	Виды и методы измерений. Общие сведения о средствах измерений			2					2			
1.2	Теоретические основы метрологии	28	2	6			8		12		№2	№2
1.2.1	Основы теории измерений			4					4			
1.2.2	Однократные измерения			2			4 №1		4	Зад. № 2		
1.2.3	Многократные измерения						4 №2		4	Зад. № 1		
1.3	Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)	20		14					6		№3	№3
1.3.1	Единство измерений								2			
1.3.2	Техническая основа ОЕИ			6					2			
1.3.3	Нормативно-правовая основа ОЕИ			6					2			
1.3.4	Организационная основа ОЕИ			2								
2	<u>Раздел 2 Стандартизация</u>	30	2	14					14			
2.1	Основные принципы и теоретическая база стандартизации			4					4	Зад. № 3,4	№4	№4
2.2	Методы стандартизации			6					4		№5	№5
2.3	Стандартизация в РФ			4					6		№6	№6
2.4.	Международная стандартизация										№7	№7
3	<u>Раздел 3 Сертификация</u>	32	2	14					16			
3.1	Основные положения в сертификации			4					4		№8	№8
3.2	Системы и схемы сертификации			4					4		№9	№9
3.3	Этапы сертификации			3					4	Зад. № 10	№10	№10

3.4	Органы по сертификации и их аккредитация			3					4		№11	№11
-----	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	-----	-----

Распределение дисциплины у различных специальностей по часам и разделам

Шифр специальности	К-во часов	Изучаемые разделы	Шифр специальности	К-во часов	Изучаемые разделы	Шифр специальности	К-во часов	Изучаемые разделы
150501.65	136	1-3	150202.65	119	1-4	140101.65	72	1-3,5
210201.65	130	1-4	190205.65	110	1-3	140104.65	72	1-3,5
220301.65	130	1-4	230101.65	110	1-3,5	140601.65	70	1-3,5
210106.65	130	1-3,5	190601.65	100	1-3	140602.65	70	1-3,5
220201.65	130	1-3,5	200101.65	100	1-3	261001.65	70	1-3
190701.65	122	1-3	210302.65	100	1-3,5,6	240401.65	68	1-3
200402.65	120	1-3	280202.65	85	1-3	240301.65	68	1-3
151001.65	119	1-4	140211.65	72	1-3	150104.65	100	1-4

Раздел 4. «Взаимозаменяемость» изучается только студентами специальностей: 151001.65, 150202.65, 210201.65, 220301.65. В связи с этим часы между разделами 1,2,3,4 перераспределяются в соответствии с действующими нормативами. Ниже приведены тематические планы по этому разделу для всех форм обучения.

2.2.4. Тематический план 4 раздела «Взаимозаменяемость» для студентов очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОГ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОГ	Аудит. (№ ЛР)	ДОГ				
	Всего	30	6	8	-	-	4		12			
4	Раздел 4 Взаимозаменяемость											
4.1	Единая система допусков и посадок		2	2			2 №3		2		№12	№12
4.2	Допуски формы и расположения поверхности								2		№13	№13
4.3	Шероховатость поверхности			2					2		№14	№14
4.4	Посадки в типовых соединениях		2						2		№15	№15
4.5	Выбор методов и средств измерений			2			2 №4		4		№16	№16
4.6	Размерные цепи		2	2							№17	№17

**2.2.5. Тематический план 4 раздела «Взаимозаменяемость»
для студентов очно-заочной формы обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОТ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОТ	Аудит. (№ ЛР)	ДОТ				
	Всего	30	6	8	-	-	4		12			
4	Раздел 4 Взаимозаменяемость											
4.1	Единая система допусков и посадок		2				2 №3		2	Зад. №5,6	№12	№12
4.2	Допуски формы и расположения поверхности			2					2	Зад. №8	№13	№13
4.3	Шероховатость поверхности			2					2		№14	№14
4.4	Посадки в типовых соединениях		2	2					2	Зад. № 7	№15	№15
4.5	Выбор методов и средств измерений			2			2 №4		4		№16	№16
4.6	Размерные цепи		2							Зад. № 9	№17	№17

**2.2.6. Тематический план 4 раздела «Взаимозаменяемость»
для студентов заочной формы обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОТ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОТ	Аудит. (№ ЛР)	ДОТ				
	Всего	30	4	10	-	-	4		12			
4	Раздел 4 Взаимозаменяемость											
4.1	Единая система допусков и посадок		2	2			2 №3		2	Зад. №5,6	№12	№12
4.2	Допуски формы и расположения поверхности			2					2	Зад. №8	№13	№13
4.3	Шероховатость поверхности			2					2		№14	№14
4.4	Посадки в типовых соединениях			2					2	Зад. № 7	№15	№15

4.5	Выбор методов и средств измерений			2			2 №4		4		№16	№16
4.6	Размерные цепи		2							Зад. № 9	№17	№17

Раздел 5. «Методы, средства и автоматизация измерений» изучается только студентами специальностей: 140101.65, 140104.65, 140601.65, 140602.65, 210106.65, 210302.65, 220201.65, 230101.65. В связи с этим часы между разделами 1,2,3,5 перераспределяются в соответствии с действующими нормативами. Ниже приведены тематические планы по этому разделу

2.2.7. Тематический план 5 раздела «Методы, средства и автоматизация измерений» для студентов очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОТ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОТ	Аудит. (№ ЛР)	ДОТ				
	Всего	44	12		4		12		16			
5	Раздел 5. Методы, средства и автоматизация измерений											
5.1	Общие сведения о методах и средствах измерений		6						8		№18	№18
5.2	Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин		6		4 №3		12 №5,6,7		8		№19 -21	№19 -21

2.2.8. Тематический план 5 раздела «Методы, средства и автоматизация измерений» для студентов очно-заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОТ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОТ	Аудит. (№ ЛР)	ДОТ				
	Всего	40	4	6	2		12		16			

5	Раздел 5.Методы, средства и автоматизация измерений											
5.1	Общие сведения о методах и средствах измерений		2	2				8	Зад. №11, 12	№18	№18	
5.2	Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин		2	4	2 №3		12 №5,6,7	8	Зад. №13-16	№19 -21	№19 -21	

2.2.9. Тематический план 5 раздела «Методы, средства и автоматизация измерений» для студентов заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОГ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОГ	Аудит. (№ ЛР)	ДОГ				
	Всего	40	8	8			8		16			
5	Раздел 5.Методы, средства и автоматизация измерений											
5.1	Общие сведения о методах и средствах измерений		4	4				8	Зад. №11, 12	№18	№18	
5.2	Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин		4	4			8 №6,7	8	Зад. №13-16	№19 -21	№19 -21	

Раздел 6 «Радиоизмерения» изучается студентами специальности: 210302.65

В связи с этим, часы между разделами 1,2,3,6 перераспределяются в соответствии с действующими нормативами. Ниже приведены тематические планы по этому разделу для всех форм обучения.

**2.2.10. Тематический план 6 раздела «Радиоизмерения»
для студентов очной формы обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОГ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОГ	Аудит. (№ ЛР)	ДОГ				
	Всего	50	10	4	4		12		20			
6	<u>Раздел 6. Радиоизмерения</u>		10	4	4 №4,5		12 №7,8,9		20		№22 -29	№22 -29

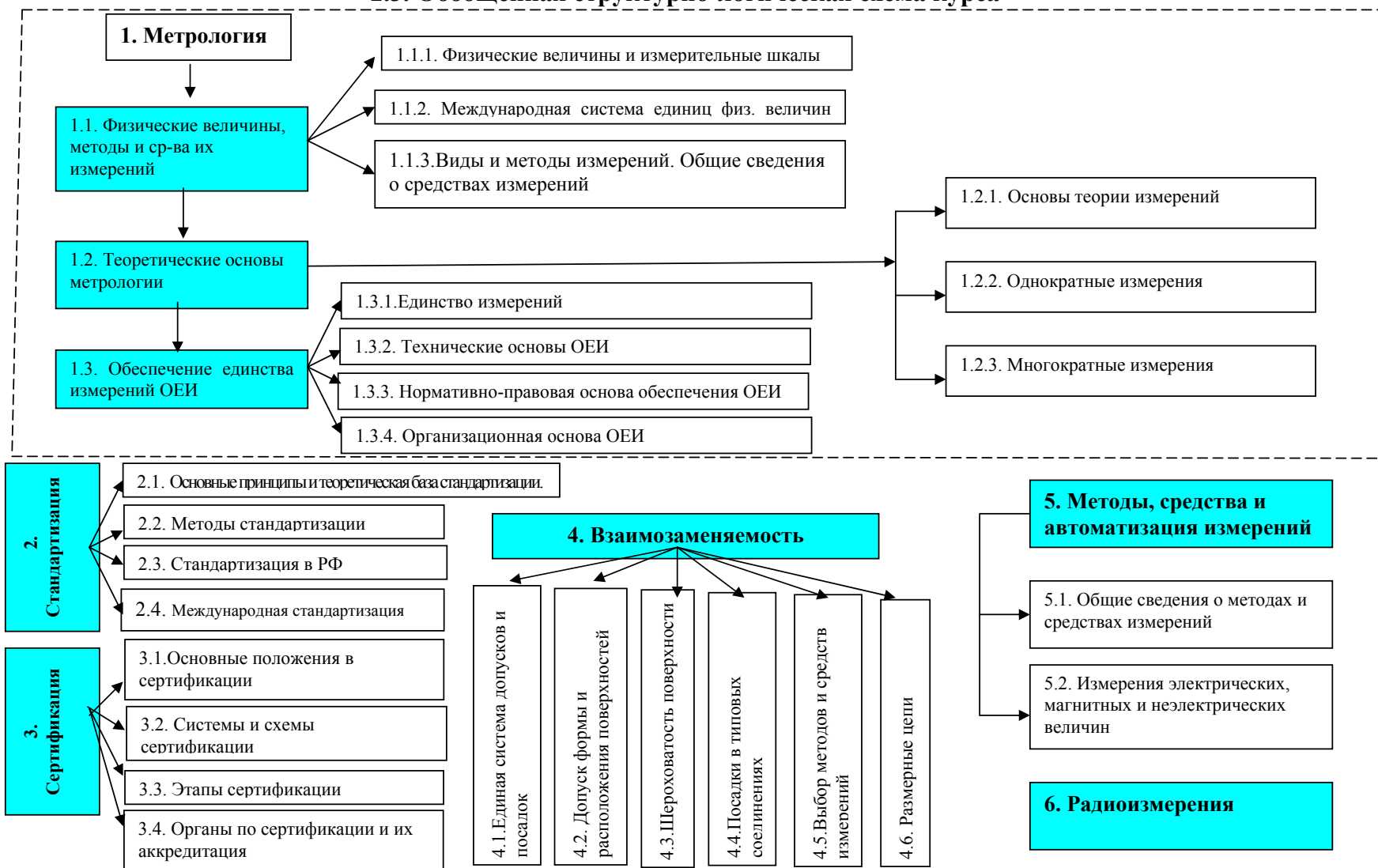
**2.2.11. Тематический план 6 раздела «Радиоизмерения»
для студентов очно-заочной формы обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОГ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОГ	Аудит. (№ ЛР)	ДОГ				
	Всего	50	8	8	2		12		20			
6	<u>Раздел 6. Радиоизмерения</u>		8	8	2 №4,5		12 №7,8,9		20	Зад. №16-18	№22 -29	№22 -29

**2.2.12. Тематический план 6 раздела «Радиоизмерения»
для студентов заочной формы обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов по дневной форме обучения	Виды занятий и контроля									
			Лекции		ПЗ		ЛР		Самостоятельная работа	Контрольная работа (№ задачи)	Текущий контроль (№ теста)	Рубежный контроль (№ теста)
			Аудит.	ДОГ	Аудит. (№ ПЗ)	ДОГ	Аудит. (№ ЛР)	ДОГ				
	Всего	50	4	10		8	8		20			
6	<u>Раздел 6. Радиоизмерения</u>		4	10		8	4 №8,9		20	Зад. №16-18	№22 -29	№22 -29

2.3. Обобщенная структурно-логическая схема курса



2.4. Временной график изучения дисциплины при использовании ДОТ (специальность 150501.65)*

№	Название раздела (темы)	Продолжительность изучения раздела (темы) в днях (из расчета – 4 часа в день)
1	Раздел 1. Метрология	12
2	Раздел 2. Стандартизация	12
3	Раздел 3. Сертификация	10
	ИТОГО	136 часов :4 = 34 дня

* У студентов других специальностей, изучающих только разделы 1-3, количество дней, отведенных на изучение дисциплины определяется по формуле - (кол-во часов :4) см. таблицу с.18.

2.5. Практический блок

2.5.1. Практические занятия (разделы 1-3)*

2.5.1.1. Практические занятия (очная и очно-заочная формы)

Номер и название раздела (темы)	Наименование практических занятий	Кол-во часов
Раздел 1. Метрология 1.2.2. Однократные измерения	ПЗ№1. Однократные измерения	4
1.2.3. Многократные измерения	ПЗ№2. Обработка экспериментальных данных, полученных в нескольких сериях измерений	6

** Методические указания к практическим занятиям по разделам 1-3 представлены в практикуме по метрологии (стр. 21-28)(см. библиографический список № 13)

2.5.1.2. Практические занятия (очная и очно-заочная формы)

Номер и название раздела (темы)	Наименование практических занятий	Кол-во часов
Раздел 5. Методы, средства и автоматизация измерений 5.2. Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин	ПЗ№3. Выбор и оценка статических МХ измерительного преобразователя электрической величины	4
Раздел 6. Радиоизмерения	ПЗ№4. Выбор средства измерений электрической физической величины или параметра сигнала ПЗ№5. Классы точности средств радиоизмерений	4

2.5.2. Лабораторный практикум

2.5.2.1. Лабораторные работы по разделам 1-3

(очная и очно-заочная формы)*

Номер и наименование раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Раздел 1. Метрология 1.2.2. Однократные измерения	ЛР№1. Проверка справедливости и экспериментальные исследования основного постулата метрологии	6
1.2.3. Многократные измерения	ЛР№2. Многократные измерения	6

* Методические указания к лабораторным работам по разделам 1-3 представлены в практикуме по метрологии (см. библиографический список № 13)

2.5.2.2. Лабораторные работы по разделам 1-3 (заочная форма обучения)

Номер и наименование раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Раздел 1. Метрология 1.2.2.Однократные измерения	ЛР№1. Проверка справедливости и экспериментальные исследования основного постулата метрологии	4
1.2.3. Многократные измерения	ЛР№2. Многократные измерения	4

2.5.2.3. Лабораторные работы по разделу 4 (для всех форм обучения)*

Номер и наименование раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Раздел 4. Взаимозаменяемость 4.1. Единая система допусков и посадок	ЛР№3. Измерение линейных размеров	2
4.5. Выбор методов и средств измерений	ЛР№4. Контроль размеров и измерение отклонений размеров	2

* Методические указания к лабораторным работам по разделу 4 представлены в МУРЛ Взаимозаменяемость и технические измерения (см. библиографический список № 14)

2.5.2.4. Лабораторные работы по разделам 5-6 (для очной и очно-заочной форм обучения)**

Номер и наименование раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Раздел 5. Методы средства и автоматизация измерений 5.2.1. Измерение электрических величин	ЛР№5. Внесение поправок в показания средств измерений	4
	ЛР№6. Измерение мощности в однофазной цепи	4
	ЛР№7. Измерение частотно-временных параметров электрических сигналов	4
Раздел 6. Радиоизмерения	ЛР№7. Измерение частотно-временных параметров электрических сигналов	4
	ЛР№8. Измерение резонансной частоты последовательного колебательного контура	4
	ЛР№9. Измерение напряжений	4

** Методические указания к лабораторным работам по разделам 5-6 представлены в МУРЛ Метрология и радиоизмерения (см. библиографический список № 15)

2.5.2.5. Лабораторные работы по разделам 5-6 (для заочной формы обучения)

Номер и наименование раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Раздел 5. Методы средства и автоматизация измерений 5.2.1. Измерение электрических величин	ЛР№6 Измерение мощности в однофазной цепи	4
	ЛР№7 Измерение частотно-временных параметров электрических сигналов	4
Раздел 6. Радиоизмерения	ЛР№8 Измерение резонансной частоты последовательного колебательного контура	4
	ЛР№9 Измерение напряжений	4

2.6. Балльно - рейтинговая система оценки знаний

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» состоит из 6-ти разделов. Она изучается в одном семестре и завершается сдачей экзамена. Студенты должны изучить теоретический материал (см. рабочую программу), выполнить практические и лабораторные работы (см. тематические планы). После изучения каждого раздела необходимо ответить на вопросы контрольного теста. Номера тестов указаны в тематических планах.

Весь материал, представленный в рабочей программе, разбит на 6 разделов, каждый из которых является дидактической единицей. Раздел 4 «Взаимозаменяемость» изучается только студентами специальностей: 151001.65, 150202.65, 210201.65, 220301.65

Раздел 5. «Методы, средства и автоматизация измерений» изучается только студентами специальностей: 140101.65, 140104.65, 140601.65, 140602.65, 210106.65, 210302.65, 220201.65, 230101.65.

Раздел 6. «Радиоизмерения» входит в состав дисциплины «Метрология и радиоизмерения» изучается только студентами специальности 210302.65 и завершается сдачей зачета.

В связи с этим часы между разделами 1-6 перераспределяются в соответствии с действующими нормативами.

По каждому разделу, включающему несколько тем (см. рабочую программу), студенты тестируются.

По каждой теме требуется ответить на шесть вопросов. *Оценка за тест:* каждый правильный ответ оценивается в **1 балл**.

Для подготовки к контрольному тесту Вам предлагается пройти тренировочный тест.

Ответы на вопросы тренировочных тестов по разделам не оцениваются. Однако советуем Вам отвечать на них, так как эти тесты – репетиция сдачи контрольных тестов.

Активно выполняя все виды занятий и отчитываясь в срок, студент может заработать 10 баллов.

При успешной работе студент может получить максимум 100 баллов (*базисный рейтинг – балл БРБ*), в том числе

66 баллов – контрольные тесты по теоретическому материалу;

8 баллов – лабораторные занятия;

6 баллов – практические занятия;

10 баллов – контрольная работа;

10 баллов – активность.

Студент допускается к экзамену при наборе 60 баллов.

Контрольный тест по каждой специальности формируется по 11 темам в зависимости от изучаемых разделов в соответствии с требованиями ГОС по специальности (см. таблицу).

Номера тестов, практических заданий, лабораторных работ и задач в контрольной работе, выполняемых студентами различных специальностей

Специальность	Изучаемые разделы	Номера			
		тестов	ПЗ	ЛР	задач в КР
140211.65; 150501.65; 190205.65; 190601.65; 190701.65; 200101.65; 200402.65; 240301.65; 240401.65; 261001.65; 280202.65	1,2,3	1-11	1-2	1-2	1-4, 10
151001.65 (выполняют 2 КР)	1,2,3,4	1-3, 5, 10, 12-17	1-2	1-3	1-10
150202.65; 210201.65; 220301.65	1,2,3,4	1-3, 5, 10, 12-17	1-2	1-3	1,3,5,6, 9,10
140101.65; 140104.65; 140601.65; 140602.65; 210106.65; 210302.65; 220201.65; 230101.65	1,2,3,5	1-6, 8, 18-21	3	5,6,7	1,3, 11-16
210302.65	1-3, 5,6	1,3,5 22-29	4,5	7,8,9	1-3,11, 16-18

Студенты очного отделения контрольную работу не выполняют, поэтому для них БРБ определяют следующим образом:

66 баллов – контрольные тесты по теоретическому материалу;

10 баллов – лабораторные занятия;

8 баллов – практические занятия;

16 баллов – активность и посещаемость занятий.

Студент допускается к экзамену при наборе 60 баллов.

3. Информационные ресурсы дисциплины

3.1. Библиографический список

Основной:

1. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов/ Я.М. Радкевич, А.Г.Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – М.: Высш. шк., 2007. – 790 с.

2. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник для вузов/ И.М. Лифиц. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2004.- 330 с.

3. Ким, К.К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким [и др.]. – М.: Питер, 2008. – 369 с.

Дополнительный:

4. Сергеев, А.Г. Метрология. Стандартизация. Сертификация: учеб. пособие / А.Г.Сергеев, М.В. Латышев, В.В. Терегеря. – М.: Логос, 2003.- 525 с.

5. Шишкин, И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством: учебник для вузов /И.Ф. Шишкин .- М.: Изд-во стандартов, 1990.- 341 с.

6. Алексеев, Г.А. Стандартизация в технических системах: учеб. пособие /Г.А. Алексеев. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2001.- 196 с.

7. Федеральный закон от 27.12.2002г. № 184-ФЗ “О техническом регулировании”. <http://www.consultant.ru/popular/techreg/>
8. Шишкин, И.Ф. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / И.Ф. Шишкин, Г.А. Алексеев, В.М. Станякин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009.
9. Кушнир, Ф.В. Электрорадиоизмерения /Ф.В. Кушнир.- Л.:Энергоатомиздат, 1983. – 319 с.
10. Медякова, Э.И. Методы, средства и автоматизация измерений: учеб. пособие / Э.И. Медякова. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009.- 68 с.
11. Медякова, Э.И. Радиоизмерения: учеб. пособие/ Э.И. Медякова. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2008.- 100 с.
12. ГОСТ 8.009-84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 25 с.
13. Шишкин, И.Ф. Практикум по метрологии. Основы теории измерений: метод. указ. к лабораторным работам (практическим занятиям) /И.Ф. Шишкин, Г.Ф. Сергушев. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2004. - 29 с.
14. Взаимозаменяемость и технические измерения: метод. указания к выполнению лаб. работ /сост. Р.Н. Парахуда. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2005. – 67с.
15. Метрология, стандартизация, сертификация. Радиоизмерения : метод. указания к лаб. работам по дисциплинам /сост. Э.И. Медякова. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2004. – 52 с.
16. Допуски и посадки: справочник. В 2 ч. Ч. 1/ В.Д. Мягков [и др.]. - 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – 544 с.
17. Допуски и посадки: справочник. В 2 ч. Ч. 2/ В.Д. Мягков [и др.]. - 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
18. Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения/ Я.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов – 6-е изд., перераб. и доп.- М.:Машиностроение, 1987.- 352 с.

3.2. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. МЕТРОЛОГИЯ

При работе с данным разделом предстоит:

- 1) Изучить следующие темы:
 - а. физические величины, методы и средства их измерений;
 - б. теоретические основы метрологии;
 - в. основы обеспечения единства измерений.
- 2) Решить задачи №1 и №2.
- 3) Выполнить практические задания №1-2
- 4) Выполнить две лабораторные работы: «Однократное измерение» и «Многократное измерение». Работы выполняются в соответствии с методическими указаниями, приведенными в «Практикуме по метрологии».
- 5) Ответить на вопросы контрольных тестов № 1-3.

1.1. Физические величины, методы и средства их измерений

Изучаемые вопросы:

- физические величины и измерительные шкалы;
- международная система единиц физических величин;
- виды и методы измерений. Общие сведения о средствах измерений.

После изучения материалов темы следует ответить на вопросы промежуточного теста № 1.

1.1.1. Физические величины и измерительные шкалы

Окружающая нас реальность обладает разнообразными свойствами. Пространство, например, имеет свойство *протяженности*. Общепринятой характеристикой (мерой) пространственной протяженности служит *длина*. Для полного описания пространства рассматривается его протяженность по нескольким направлениям (координатам) или используются ещё такие меры, как *угол*, *площадь*, *объём*.

Свойство тел сохранять в отсутствие внешних воздействий состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется инертностью. Мерой инертности служит *масса*.

Свойство тел, состоящее в том, что они нагреты до некоторого состояния, качественно отличается от предыдущего. Оно могло бы характеризоваться средней скоростью теплового движения молекул, но распространение получила другая мера нагретости тел, называемая *термодинамической температурой*.

Общепринятые или установленные законодательным путём характеристики (меры) различных свойств, общих в качественном отношении для многих физических объектов (физических систем, их состояний и происходящих в них процессов), но в количественном отношении индивидуальных для них, называются физическими величинами. Кроме вышеперечисленных длины, массы и температуры к ним относятся *плоский и телесный угол, время, скорость, ускорение, сила и давление, мощность и энергия, яркость, освещённость, сила электрического тока, напряжённость электрического поля* и многие другие. Все они определяют некоторые общие в качественном отношении физические свойства, количественные характеристики которых могут быть совершенно разными.

Качественной характеристикой физических величин является размерность. Она обозначается символом \dim , происходящим от слова dimension, которое в зависимости от контекста может переводиться и как размер, и как размерность.

Размерность **основных физических величин** обозначается соответствующими заглавными буквами. Для *длины, массы и времени*, например,

$$\dim \ell = L; \dim m = M; \dim t = T.$$

Размерность **производных физических величин** через размерности основных физических величин выражается с помощью степенного одночлена:

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma \dots,$$

где L, M, T, \dots - размерности соответствующих основных физических величин; $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ - *показатели размерности*. Каждый из показателей размерности может быть положительным или отрицательным, целым или дробным числом, нулём. Если все показатели размерности равны нулю, то такая величина называется *безразмерной*. Она может быть *относительной*, определяемой как отношение одноимённых величин (например, относительная диэлектрическая проницаемость), или *логарифмической*, определяемой как логарифм относительной величины (например, логарифм отношения мощностей или напряжений).

Количественной характеристикой физических величин служит размер, хотя не принято говорить “размер длины”, “размер массы” и т. д. Говорят просто “длина”, “масса” и т. п.

Размер не зависит от выбора единиц измерений. Например, 1000 мм; 100 см; 1 м; 0,001 км - четыре варианта представления одного и того же размера. Каждый из них является *значением* физической величины (в данном случае - длины) - выражением размера в тех или иных единицах измерений.

Значение можно представить в виде произведения

$$Q = q[Q], \tag{1}$$

где q - отвлечённое число, называемое *числовым значением*, а $[Q]$ - *размер единицы* измерения. Из приведённых примеров видно, что **значение**, как и

размер, **от выбора единиц не зависит** в отличие от числового значения. Для одного и того же размера числовое значение тем меньше, чем больше единица измерения (и наоборот), так что произведение в правой части уравнения (1) остаётся постоянным.

Получение информации о количественной характеристике (размере) физической величины опытным путем называется измерением. Единственным способом получения такой измерительной информации является **сравнение** между собой размеров одноименных физических величин. Способов сравнения всего три:

$$Q_i > Q_j; \quad (2)$$

$$Q_i - Q_j = \Delta Q_{ij}; \quad (3)$$

$$\frac{Q_i}{Q_j} = x_{ij}. \quad (4)$$

Первый из них - самый простой. Экспериментальное решение неравенства (2) позволяет ответить на вопрос, какой из двух размеров (i-й или j-й) больше другого (либо они равны). Результат такого сравнения можно представить на **шкале порядка**, где размеры расположены в порядке их возрастания. Ответить на вопросы *на сколько*, или *во сколько раз* один размер больше другого по шкале порядка нельзя. Это наименее информативная шкала, однако на практике она находит достаточно широкое применение. По шкале порядка измеряются, например, сила морского волнения, сила ветра, сила землетрясений, твердость минералов, знания учащихся.

В результате сравнения двух размеров по формуле (3) уже можно ответить на вопрос, *на сколько* один размер больше или меньше другого (в частном случае они могут оказаться равными). Результат такого сравнения может быть представлен на более информативной **шкале интервалов**. По ней измеряются, например, время, температура, глубины, высоты, расстояния.

Самой совершенной измерительной шкалой является **шкала отношений**. На ней откладываются результаты сравнения размеров по формуле (4). Это самая распространенная измерительная шкала. По ней можно сказать, *во сколько раз* i-й размер больше или меньше j-го, либо *на сколько* таких размеров он больше или меньше его.

Естественно, что при измерениях по шкале отношений в качестве j-го размера, используемого для сравнения, целесообразно выбрать [Q] - *размер единицы* измерения. Однако если допустить произвол в выборе единиц, то результаты разных измерений одного и того же размера (числовые значения) окажутся несопоставимы между собой, т. е. нарушится *единство измерений*.

Чтобы этого не произошло, единицы измерений устанавливаются по определённым правилам и закрепляются законодательным путём.

1.1.2. Международная система единиц физических величин

В 1960 г. XI Генеральная конференция по мерам и весам приняла Международную систему единиц физических величин, получившую у нас в стране сокращённое обозначение СИ (от слов *Systeme International* в полном названии *Le Systeme International d'Unites* – франц.). Последующими Генеральными конференциями по мерам и весам в первоначальный вариант СИ внесены некоторые изменения. В СНГ и странах Восточной Европы Международная система единиц является обязательной с 1 января 1980 г.

Основные единицы СИ и производные единицы широкого распространения приведены в [1]. Там же приведены десятичные кратные и дольные единицы.

1.1.3. Виды и методы измерений. Общие сведения о средствах измерений

Экспериментальное **сравнение** размеров одноименных физических величин является единственным методом измерений. На практике встречается множество его разновидностей, среди которых можно выделить следующие.

Метод непосредственной оценки, при котором измеряемый размер сравнивается с информацией о размере единицы, хранящейся в измерительном приборе прямого действия, и результат сравнения определяется непосредственно по отсчетному устройству прибора (по циферблату часов, по шкале термометра или барометра и т.п.).

Метод сравнения с мерой, при котором измеряемый размер (например, масса груза) сравнивают с размером, воспроизводимым вещественной мерой (гирей).

Метод замещения – разновидность метода сравнения с мерой, при котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой (взвешивание с поочередным помещением измеряемой массы груза и гирь на одну и ту же чашу весов).

Нулевой метод – метод сравнения с мерой, при котором измеряемый размер сравнивается с известным, причем последний подбирается таким, чтобы он равнялся измеряемому (т. е. разность между размерами, фиксируемая нулевым указателем, равнялась бы нулю, откуда и происходит название метода).

Метод совпадений – метод сравнения с мерой, при котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой вещественной мерой, измеряется по совпадению отметок шкал или периодических сигналов. Метод совпадений используется при измерениях с помощью штангенциркуля, в

приборах, основанных на измерении частоты биений, в стробоскопах, интерферометрах и других приборах.

Важно подчеркнуть, что любая из разновидностей метода измерений предполагает **экспериментальное** сравнение неизвестного размера с известным и выражение первого через второй в кратном или дольном отношении. Но получение количественной информации о свойствах объектов и явлений окружающего мира может осуществляться не только опытным путем (т. е. посредством измерений), но и с помощью **теоретических** расчётов. Последние не являются измерениями, и, следовательно, вычисление значения Q по формуле $Q = f(A, B)$, где A и B – некоторые результаты измерений, к измерениям не относится. Между тем за этим математическим действием закрепилось название *косвенного* измерения в отличие от *прямых* измерений, при которых значения A и B получают непосредственно от средств измерений. Результат *косвенного* измерения получается по формуле (13) в [1], причем в него, возможно, следует внести поправку (15) – см. там же. Если результаты *прямых* измерений независимы, то стандартное отклонение результата *косвенного* измерения рассчитывается по формуле (17) в [1].

Иногда неизвестные значения связаны с известными системой линейных или нелинейных алгебраических уравнений. Решение системы уравнений тоже не является измерением, однако на практике укоренилось представление еще о таких **видах измерений**, как *совокупные* и *совместные*. Под *совокупными* «измерениями» понимают решения уравнений, в которые входят одноименные величины. Пусть, например, требуется определить массы гирь, входящих в набор, если полученная в результате прямого измерения масса одной из них равна 2г, а массы остальных неизвестны. Обозначим их X граммов, Y граммов и Z граммов, причем в результате сравнения различных сочетаний гирь установлено, что

$$\begin{cases} X + Z = Y + 2 ; \\ X + Y = Z ; \\ X + 2 = Y . \end{cases}$$

Решение этой системы уравнений имеет вид $X = 1\text{г}$; $Y = 3\text{г}$; $Z = 4\text{г}$, что интерпретируется как результат *совокупного* измерения.

Если в систему уравнений входят неоднородные величины, то решение этой системы уравнений рассматривается как результат *совместного* измерения. Допустим, что в примере 7 (см. [1]) температура t_n , соответствующая нормальным условиям, известна. Тогда решение системы уравнений

$$\begin{cases} L_1 = L_i [1 + \alpha(t_1 - t_i)]; \\ L_2 = L_i [1 + \alpha(t_2 - t_i)], \end{cases}$$

полученных в результате прямых измерений длины линейки при температурах t_1 и t_2 , считается результатом *совместного* измерения длины линейки в нормальных условиях и коэффициента линейного расширения материала, из которого она изготовлена.

Все технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства, называются *средствами измерений*. К ним относятся вещественные меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и измерительные системы.

Вещественные меры предназначены для воспроизведения физической величины заданного размера, который характеризуется так называемым *номинальным значением*. При условии, что указывается точность, с которой воспроизводится номинальное значение физической величины, гиря является мерой массы, конденсатор — мерой емкости, кварцевый генератор — мерой частоты электрических колебаний и т. д. Различают *однозначные* и *многозначные меры*, а также *наборы мер*. Например, гиря и измерительный конденсатор постоянной емкости — это однозначные меры, измерительная линейка и конденсатор переменной емкости — многозначные меры, а набор гирь и набор измерительных конденсаторов являются наборами мер. Измерения методом сравнения с мерой выполняют с помощью специальных технических устройств — компараторов. Компараторами служат равноплечие весы, измерительный мост и т. д. Иногда в качестве компаратора выступает человек.

Измерительные преобразователи — это средства измерений, перерабатывающие измерительную информацию в форму, удобную для дальнейшего преобразования, передачи, хранения, обработки, но, как правило, недоступную для непосредственного восприятия наблюдателем. Измерительные преобразователи получили очень широкое распространение. К ним относятся термпары, измерительные усилители, преобразователи давления и многие другие виды измерительных устройств. По месту, занимаемому в измерительной цепи, они делятся на *первичные*, *промежуточные* и т. д. Конструктивно преобразователи являются либо отдельными блоками, либо составной частью средства измерений. Если преобразователи не входят в измерительную цепь и их метрологические свойства не нормированы, то они не относятся к измерительным. Таковы, например, операционный усилитель, делитель напряжения в цепи электропитания, силовой трансформатор и т. п.

Измерительный прибор представляет собой совокупность преобразовательных элементов, образующих измерительную цепь, и *отсчетного устройства*. В отличие от вещественной меры, прибор не воспроизводит известное значение физической величины. Измеряемая величина должна подводиться к нему и воздействовать на его первичный преобразователь.

Измерительные установки состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте. В *измерительных системах* эти средства и устройства территориально разбросаны и соединены каналами связи. И в установках, и в системах измери-

тельная информация может быть представлена в форме, удобной как для непосредственного восприятия, так и для автоматической обработки, передачи и использования в автоматизированных системах управления.

1.2. Теоретические основы метрологии

Изучаемые вопросы:

- основы теории измерений;
- однократные измерения;
- многократные измерения.

После изучения материалов темы следует ответить на вопросы промежуточного теста №2.

1.2.1. Основы теории измерений

Измерение по наиболее распространенной шкале отношений состоит в сравнении неизвестного размера Q с известным (в качестве которого обычно выступает размер единицы измерения $[Q]$) и выражении первого через второй в кратном или дольном отношении. Согласно выражению (1), это должно было бы дать возможность определить числовое значение

$$\frac{Q}{[Q]} = q, \quad (5)$$

показывающее, во сколько раз измеряемый размер больше или меньше размера единицы измерения. Однако на практике **измерение всегда выполняется в условиях влияния множества факторов, точный учет которых невозможен, а результат непредсказуем.** Обозначив совместное влияние всех этих факторов случайным слагаемым η , получим

$$\frac{Q}{[Q]} = q + \eta = x. \quad (6)$$

Этим **реальная** измерительная процедура отличается от её **теоретической модели** (5). Результат **экспериментального** сравнения неизвестного размера Q с узаконенной единицей измерения $[Q]$ (он называется *отсчётом*) не только не равен неслучайному числовому значению измеряемой величины q , но имеет совершенно иную физическую природу. Это безразмерное случайное число x , подчиняющееся тому или иному закону распределения вероятности.

Выражение

$$\frac{Q}{[Q]} = x \quad (7)$$

называется **основным уравнением измерения.**

Отсчётные устройства большинства средств измерений проградуированы не в безразмерных числовых значениях q , а непосредственно в значениях измеряемой величины Q . Отклик таких средств измерений на входное воздействие называется *показанием*:

$$X = x[Q], \quad (8)$$

которое отличается от неслучайного значения Q физической величины (1) тем, что является случайной величиной, подчиняющейся тому же закону распределения вероятности, что и отсчёт, но имеющей размерность, совпадающую с размерностью измеряемой величины.

На результат измерения оказывает влияние множество факторов, которые принято относить к *условиям измерений*. Если их влиянием на результат измерения можно пренебречь, то такие условия измерений называются *нормальными*. Во многих случаях *нормальными условиями* считаются:

температура	(293 ± 5) К;
атмосферное давление	(100 ± 4) кПа;
относительная влажность	(65 ± 15) % ;
напряжение в электрической сети	220 В ± 10 % .

Если измерения выполняются за пределами этих значений влияющих величин, то считается, что они выполняются в *рабочих условиях*. В этом случае заранее должны быть известны *поправки*, с помощью которых будет учитываться влияние на результаты измерений тех условий, в которых они будут проводиться. Только после внесения в показание (8) поправки можно говорить о получении *результата измерения*. При мультипликативной поправке θ , называемой *поправочным множителем*, результат измерения

$$Q = \theta X; \quad (9)$$

в случае внесения аддитивной поправки θ

$$Q = X + \theta . \quad (10)$$

И в том, и в другом случаях результат измерения остаётся случайным.

У цифровых измерительных приборов все значения результата измерения строго фиксированы и промежуточных быть не может. Поэтому результат измерения у них **подчиняется дискретному закону распределения вероятности**. У аналоговых измерительных приборов результат измерения **подчиняется непрерывному закону распределения вероятности**. Он может быть представлен одним из следующих способов:

первоначально - массивом экспериментальных данных, в которые внесены поправки;

в наглядной форме - гистограммой;

аналитически - выражениями для плотности вероятности

$$p(Q) = \frac{1}{S_Q \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(Q-\hat{Q})^2}{2S_Q^2}} dQ$$

или функции распределения вероятности

$$F(Q_0) = \int_{-\infty}^{Q_0} p(Q) dQ ,$$

которые хотя и остаются случайными из-за случайного характера \hat{Q} и S_Q^2 - оценок числовых характеристик (среднего значения и дисперсии соответственно), но служат хорошими аппроксимациями ступенчатых эмпирических зависимостей;

упрощённо - посредством перечисления оценок числовых характеристик соответствующего (в данном случае нормального) закона распределения вероятности: $N(\hat{Q}; S_Q^2)$ или $N(\hat{Q}; S_Q)$.

Со значением измеряемой величины Q отождествляется *среднее значение* результата измерения \bar{Q} .

Если, например, **результат измерения подчиняется нормальному закону распределения вероятности**, то, как известно из теории вероятности, любое его случайное значение Q_i удалено от среднего значения \bar{Q} не более чем

$$\left| \begin{array}{l} \text{на } \pm 3\sigma_Q \text{ с вероятностью } 0,997; \\ \text{на } \pm 2,6\sigma_Q \text{ с вероятностью } 0,99; \\ \text{на } \pm 2\sigma_Q \text{ с вероятностью } 0,95; \\ \text{на } \pm \sigma_Q \text{ с вероятностью } 0,68. \end{array} \right.$$

Следовательно, можно утверждать и обратное: неслучайное значение $Q \equiv \bar{Q}$ удалено от любого случайного значения результата измерения Q_i не более чем

$$\text{на } \pm 3\sigma_Q \text{ с вероятностью } 0,997;$$

на $\pm 2,6\sigma_Q$ с вероятностью 0,99;	
на $\pm 2\sigma_Q$ с вероятностью 0,95;	
на $\pm \sigma_Q$ с вероятностью 0,68.	

Таким образом, всегда можно указать *доверительный интервал*, в пределах которого находится значение измеряемой величины с соответствующей *доверительной вероятностью*.

Если неизвестно, какому закону распределения вероятности подчиняется результат измерения, то согласно неравенству П.Л. Чебышева (см. [1]) случайное значение результата измерения Q_i при любом законе распределения вероятности удалено от среднего значения \bar{Q} не более чем

на $\pm 3\sigma_Q$ с вероятностью 0,889;	
на $\pm 2,6\sigma_Q$ с вероятностью 0,85;	
на $\pm 2\sigma_Q$ с вероятностью 0,75;	
на $\pm \sigma_Q$ с вероятностью 0.	

Следовательно, можно утверждать и обратное: неслучайное значение измеряемой величины $Q \equiv \bar{Q}$ удалено от любого случайного значения результата измерения Q_i при любом законе распределения его вероятности не более чем

на $\pm 3\sigma_Q$ с вероятностью 0,889;	
на $\pm 2,6\sigma_Q$ с вероятностью 0,85;	
на $\pm 2\sigma_Q$ с вероятностью 0,75;	
на $\pm \sigma_Q$ с вероятностью 0.	

На практике обычно пользуются не приведенными соотношениями, а таблицами или графиками зависимости доверительного интервала от выбранной доверительной вероятности.

Из всего вышеизложенного следует, что при изменениях мы встречаемся с двумя видами *неопределенности*. Во-первых, неопределенность присуща результату измерения, коль скоро он является случайной величиной и не имеет конкретного значения. Мерой этой неопределенности, обусловленной рассеянием результата измерения при многократном повторении измерительной процедуры, служит *стандартное отклонение* результата измерения

$$S_Q = \sqrt{\frac{\wedge}{Q^2} - \frac{\wedge^2}{Q}}$$

Эта мера получила название *стандартной неопределенности типа A* и обычно рассчитывается по формуле

$$S_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - \hat{Q}_n)^2},$$

где n – количество отдельных значений результата измерения в общем массиве экспериментальных данных.

Во-вторых, неопределенность присуща значению измеряемой величины Q , коль скоро это значение находится где-то в пределах доверительного интервала, но чему именно оно там равно неизвестно. Такую ситуацию можно представить математической моделью в виде равномерного закона распределения вероятности Q в пределах интервала. Следует со всей определенностью подчеркнуть, что на самом деле Q не является случайной величиной, не подчиняется никакому закону распределения вероятности и математическая модель является моделью именно **ситуации**, заключающейся в том, что точное значение Q неизвестно. Мерой неопределенности этой ситуации служит *среднее квадратическое отклонение* Q , как если бы эта величина была случайной. Чтобы не путать его с настоящим *средним квадратическим отклонением*, определяемым методами математической статистики и обычно обозначаемым буквой σ , его обозначают буквой « u » (лат.):

$$u_Q = \frac{Q_2 - Q_1}{2\sqrt{3}},$$

где Q_1 и Q_2 - границы интервала. Эта мера получила название *стандартной неопределенности типа B*.

Иллюстрацией вычисления стандартных неопределенностей служат примеры 1 и 2 в [1].

На протяжении долгого времени определяющим показателем качества результата измерения Q была его *погрешность* ΔQ , т. е. отличие от истинного значения Q – объективной количественной характеристики того или иного свойства:

$$Q - Q = \Delta Q.$$

Так как истинное значение измеряемой величины неизвестно (если бы оно было известно, то измерение было бы не нужно), это определение представляет собой одно уравнение с двумя неизвестными, которое не имеет решения. Следовательно, с помощью измерительного эксперимента определить погрешность измерения невозможно. Она устанавливается **до** измерения и учитывается **после** получения экспериментальных данных.

Погрешность измерения зависит от множества факторов и может подразделяться по разным классификационным признакам.

В зависимости от условий измерений она делится на **основную** и **дополнительную**. Основной считается погрешность в нормальных условиях

измерений, дополнительной – изменение основной погрешности в рабочих условиях измерений.

В зависимости от характера изменения (проявления) при повторных измерениях одной и той же величины различают систематические и случайные погрешности. Систематические погрешности остаются постоянными или меняются по определенному закону, а случайные меняются случайным образом.

Систематических погрешностей не должно содержаться в результатах измерений. При подготовке к измерениям они должны быть частично или полностью исключены, в процессе измерений по возможности компенсированы, а после измерений скорректированы с помощью поправок.

Без внесения поправок (если они необходимы) результаты измерений являются неправильными. Единственным способом уменьшения случайных погрешностей является накопление экспериментальных данных. Случайная погрешность и стандартная неопределенность типа А имеют одну и ту же меру – стандартное отклонение результата измерения S_0 .

В зависимости от источника возникновения погрешности подразделяются на инструментальные, методические и личные (субъективные). Инструментальные погрешности возникают из-за несовершенства средства измерений и становятся все более ощутимыми по мере его старения. Методические погрешности являются следствием несовершенства метода и методики измерений, недостаточной проработки теории вопроса. Личные (субъективные) погрешности обусловлены особенностями и навыками оператора, его психофизическим состоянием, квалификацией, сосредоточенностью, быстротой реакции, опытом работы.

В зависимости от поведения измеряемой величины погрешности могут быть статическими и динамическими. Если измеряемая величина с течением времени не меняется, то погрешности относятся к статическим. Если же вследствие инерционности средства измерений оно не успевает отслеживать изменение измеряемой величины, то возникает погрешность, называемая динамической. Таковой, например, является погрешность измерения мгновенного значения переменного электрического напряжения высокой частоты, в то время как погрешности измерения не меняющихся во времени частоты или амплитуды этого напряжения являются статическими.

В зависимости от способа выражения погрешности разделяют не абсолютные, относительные и приведенные. Такое подразделение используется при нормировании погрешностей (установлении их допустимых значений) с помощью классов точности средств измерений (см. п. 1.2.2).

1.2.2. Однократное измерение

Подавляющее большинство измерений с помощью серийно выпускаемых приборов являются однократными. Можно сказать, что в обиходе, в торговле, во многих областях производственной деятельности выполняются только однократные измерения. В обычных условиях их точность вполне приемлема, а простота, высокая производительность (количество измерений в единицу времени) и низкая стоимость (по оценке трудозатрат) ставят их вне конкуренции. Многие люди до конца своей жизни остаются знакомыми только с однократными измерениями. Необходимым **условием выполнения однократного измерения** служит **наличие априорной информации**. Обычно используется информация о том, на сколько значение измеряемой величины может отличаться от случайного значения результата измерения (показания отсчетного устройства). Такая информация бывает представлена классом точности средства измерений.

Класс точности – это обобщенная характеристика точности всех средств измерений данного типа, у которых суммарная погрешность (содержащая систематическую и случайную составляющие) нормируется в виде пределов допускаемой основной и дополнительной погрешностей. Пределом допускаемой погрешности средства измерений называется наибольшая (без учета знака) погрешность, при которой это средство измерений может быть признано годным и допущено к применению. Пределы допускаемой погрешности выражаются в форме абсолютной, относительной или приведенной погрешности в зависимости от характера их изменения в пределах диапазона измерений, а также условий применения и назначения средств измерений.

Абсолютная погрешность – это выраженная в единицах измеряемой величины и уже упоминавшаяся выше разность ΔQ между результатом измерения Q (показанием прибора) и истинным значением измеряемой величины Q . *Относительная погрешность* δ – это отношение абсолютной погрешности ΔQ к истинному значению измеряемой величины Q : $\delta = \Delta Q/Q$, или в процентах – $\delta = \Delta Q \cdot 100/Q$, где при $\Delta Q \ll Q$ вместо Q с достаточной степенью точности можно использовать Q . *Приведенная погрешность* γ – это выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности ΔQ к некоторому нормирующему значению Q_N : $\gamma = \Delta Q \cdot 100/Q_N$.

Понятно, что абсолютную погрешность, а следовательно, и все другие можно определить только в том случае, если значение измеряемой величины Q известно. Поэтому при испытаниях средств измерений в целях утверждения типа их показания сравниваются с заранее известными значениями измеряемых величин. В результате устанавливаются пределы допускаемой абсолютной погрешности ΔQ_{\max} у метрологически исправных средств измерений. Если во всем диапазоне измерений погрешность не меняется, то при этом используется одночленная формула: $\Delta Q_{\max} = \pm a$; если же она линейно возрастает с увеличением значения измеряемой величины, то применяется двучленная

формула: $\Delta Q_{\max} = \pm (a + bQ)$, где a и b – постоянные числа. В обоснованных случаях могут применяться более сложные формулы, а также графики или таблицы. Информация о пределах допускаемой погрешности кодируется обозначениями классов точности. При нормировании абсолютной погрешности эти обозначения в виде заглавных букв латинского алфавита (например, M, C и т. п.) или римских цифр (I, II, III, IV и т. д.) приводятся в технической документации на средства измерений.

При нормировании относительной погрешности также могут использоваться одночленная и двучленная формулы:

$$\delta_{\max} = \frac{\Delta Q_{\max}}{Q} \cdot 100 = \frac{\pm a}{Q} \cdot 100 = \pm q;$$

$$\delta_{\max} = \frac{\Delta Q_{\max}}{Q} \cdot 100 = \frac{\pm (a \pm bQ)}{Q} \cdot 100 = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{Q_k}{Q} \right| - 1 \right) \right],$$

где Q_k – больший (по модулю) из пределов измерений, a , q , c и d – положительные числа в процентах, причем $c = b \cdot 100 + d$; $d = a \cdot 100 / |Q_k|$. Эти числа используются в обозначениях классов точности, которые наносятся на циферблаты, щитки или корпуса средств измерений. Число q приводится в кружочке. Например, обозначение класса точности $\textcircled{0,4}$ означает, что у этого средства измерений значение измеряемой величины не может отличаться от показания больше, чем на 0,4 %. Числа c и d в обозначении класса точности представляют собой числитель и знаменатель дроби. Так, обозначение класса точности 0,02/0,01 на циферблате амперметра с пределом измерений 50 А означает, что значение измеряемой силы электрического тока не может

отличаться от показания амперметра 0,5А больше чем на $\left[0,02 + 0,01 \left(\left| \frac{50}{0,5} \right| - 1 \right) \right] \approx 1\%$.

Если нормируется приведенная погрешность $\gamma_{\max} = \Delta Q_{\max} \cdot 100 / Q_N$, то обозначение класса точности содержит указание на то, каким должно быть принято нормирующее значение Q_N . Обозначение класса точности арабской цифрой из ряда (1; 1,5; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6) · 10ⁿ, где $n = 1, 0, -1, -2$ и т. д., означает, что в качестве нормирующего значения Q_N принимается больший из пределов измерений. Если же обозначение класса точности цифрами из того же ряда сопровождается применением дополнительного условного знака в виде отметки снизу ($\underset{\vee}{0,5}$; $\underset{\vee}{1,6}$; $\underset{\vee}{2,5}$ и т.п.), то это означает, что значение измеряемой величины не может отличаться от показания больше, чем на указанное число процентов от всей длины шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений.

Навык использования классов точности при обработке результатов однократных измерений можно получить, решив все 6 вариантов задачи №1.

Внесение поправок в результаты однократных измерений, выполняемых в рабочих условиях, рассмотрено в [1].

1.2.3. Многократное измерение

Многократное измерение проводится с целью накопления и эффективного использования апостериорной информации для повышения качества результата измерения.

Апостериорная информация содержится в массиве экспериментальных данных, полученных независимым путём. **Результатом многократного измерения с равноточными значениями отсчета является среднее арифметическое** n отдельных независимых значений результата измерения, составляющих массив экспериментальных данных:

$$\hat{Q}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i. \quad (11)$$

Оно является *оценкой* среднего значения результата измерения \bar{Q} , с которым отождествляется значение измеряемой величины Q , но получение которого на практике невозможно из-за ограниченного объема экспериментальных данных.

Дисперсия среднего арифметического

$$\sigma_{\hat{Q}_n}^2 = D\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i\right) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n D(Q) = \frac{n\sigma_Q^2}{n^2} = \frac{\sigma_Q^2}{n}$$

в n раз меньше дисперсии результата измерения σ_Q^2 . Соответственно *стандартное отклонение, или стандартная неопределенность типа А результата многократного измерения,*

$$S_{\hat{Q}_n} = \frac{S_Q}{\sqrt{n}},$$

то есть в \sqrt{n} раз меньше стандартной неопределенности типа А результата однократного измерения. **При больших массивах экспериментальных данных** результат многократного измерения (11) подчиняется нормальному закону распределения вероятности с математическим ожиданием $\mathbf{M}(\hat{Q}_n) = \bar{Q} \equiv Q$. Поэтому, задавшись доверительной вероятностью P , по верхней кривой на рис. 1 можно определить параметр t , показывающий, на сколько $S_{\hat{Q}_n}$ полученное экспериментально значение среднего арифметического \hat{Q}_n может отличаться от его математического ожидания $\mathbf{M}(\hat{Q}_n)$, отождествляемого со значением

измеряемой величины Q . С той же вероятностью значение измеряемой величины Q находится в интервале $[\hat{Q}_n - tS_{\hat{Q}_n}; \hat{Q}_n + tS_{\hat{Q}_n}]$.

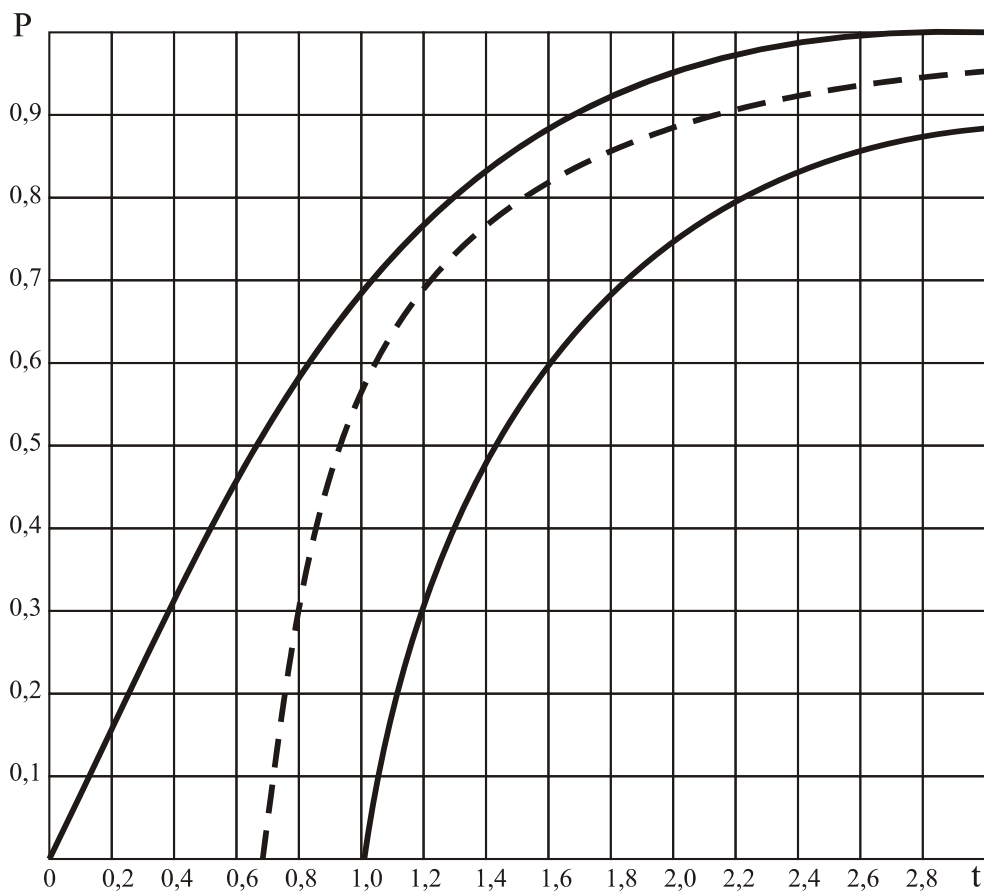


Рис. 1. Вероятность попадания отдельного значения результата измерения в окрестность среднего значения

Эта измерительная информация записывается в форме

$$Q = \hat{Q}_n - tS_{\hat{Q}_n} \dots \hat{Q}_n + tS_{\hat{Q}_n} \text{ с вероятностью } P.$$

При небольшом объеме экспериментальных данных, если результат измерения подчиняется нормальному закону распределения вероятности, то среднее арифметическое подчиняется закону распределения вероятности Стьюдента с математическим ожиданием $M(\hat{Q}_n) = \bar{Q} \equiv Q$. На рис. 2 приведены зависимости вероятности попадания среднего арифметического \hat{Q}_n , подчиняющегося закону распределения вероятности Стьюдента, в окрестность его математического ожидания $M(\hat{Q}_n)$ при различных n .

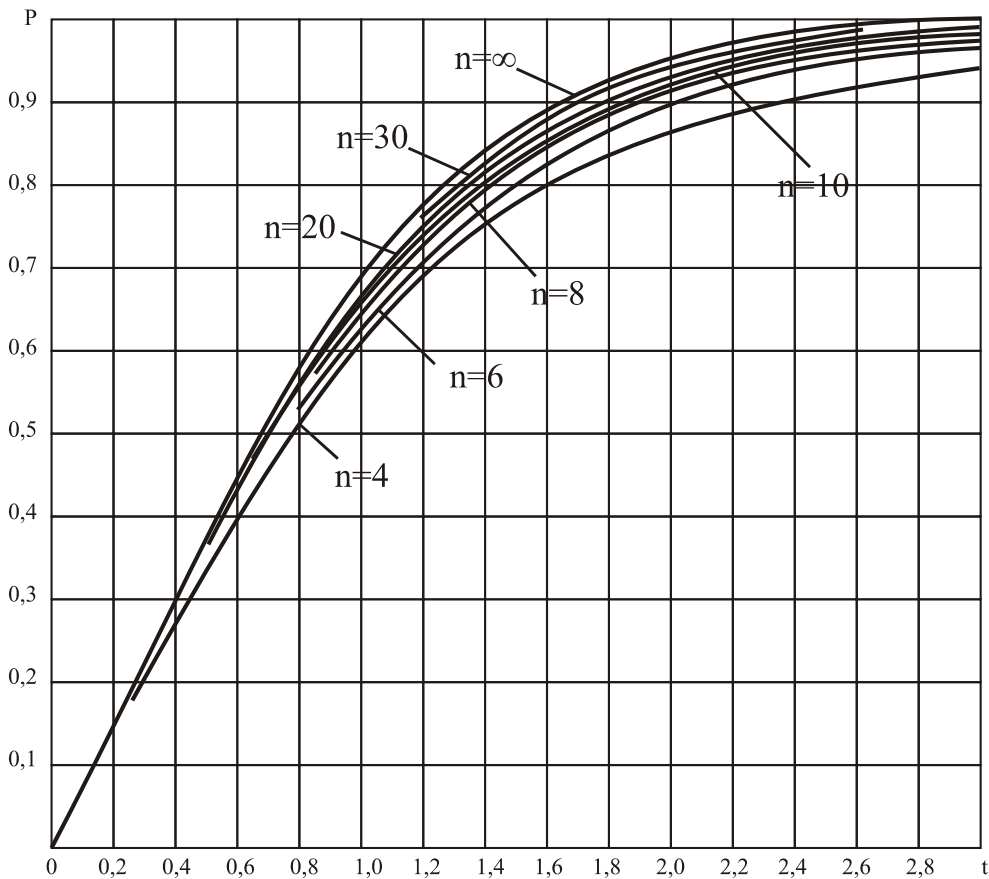


Рис. 2. Вероятность попадания среднего арифметического в окрестность его математического ожидания

Задавшись доверительной вероятностью P , можно по кривой, соответствующей определенному n , определить параметр t , показывающий, на сколько $S_{\hat{Q}_n}$ полученное экспериментально значение среднего арифметического \hat{Q}_n может отличаться от его математического ожидания $\mathbf{M}(\hat{Q}_n)$, отождествляемого со значением измеряемой величины Q . С той же вероятностью значение измеряемой величины Q находится в интервале $[\hat{Q}_n - tS_{\hat{Q}_n}; \hat{Q}_n + tS_{\hat{Q}_n}]$. Форма записи этой информации не отличается от приведенной выше.

При небольшом объеме экспериментальных данных, если результат измерения не подчиняется нормальному закону распределения вероятности, задавшись доверительной вероятностью P , можно по нижней кривой на рис. 1 определить параметр t , показывающий самое большое количество $S_{\hat{Q}_n}$, на которое полученное экспериментально значение среднего арифметического \hat{Q}_n

может отличаться от его математического ожидания $M(\hat{Q}_n)$, отождествляемого со значением измеряемой величины Q . С той же вероятностью значение измеряемой величины Q находится в интервале $[\hat{Q}_n - tS_{\hat{Q}_n}; \hat{Q}_n + tS_{\hat{Q}_n}]$. Форма записи этой измерительной информации приведена выше.

Если согласно априорной информации результат измерения подчиняется симметричному закону распределения вероятности, то его среднее арифметическое значение тоже подчиняется симметричному закону. В этом случае вместо нижней кривой на рис. 2 можно пользоваться средней, показанной пунктиром.

Последовательность действий при выполнении многократного измерения с равноточными значениями отсчета рассмотрена в [1]. Она включает:

- анализ априорной информации;
- получение массива экспериментальных данных;
- проверку массива экспериментальных данных на наличие ошибок и исключение последних в случае обнаружения;
- проверку нормальности закона распределения вероятности результата измерения;
- расчет стандартной неопределенности типа А результата многократного измерения;
- определение пределов, в которых находится значение измеряемой величины с выбранной доверительной вероятностью.

Практический навык обработки результатов многократного измерения можно получить в процессе решения задачи № 2.

1.3. Основы обеспечения единства измерений

Изучаемые вопросы:

- единство измерений;
- техническая основа обеспечения единства измерений;
- нормативно-правовая основа обеспечения единства измерений;
- организационная основа обеспечения единства измерений.

После изучения материалов темы следует ответить на вопросы промежуточного теста №5.

1.3.1. Единство измерений

Под *единством измерений* понимается такое их состояние, при котором обеспечивается достоверность измерений, а значения измеряемых величин выражаются в узаконенных единицах.

Достоверность – показатель качества измерительной информации, характеризующий степень уверенности в том, что значение измеренной величины находится в указанном интервале. Количественной характеристикой (*мерой*) достоверности служат *доверительная вероятность* и *уровень доверия*. При одном и том же результате измерения выбором доверительной вероятности или уровня доверия можно обеспечить любую достоверность измерительной информации. Следовательно, достоверность не относится к числу показателей качества результата измерения. Она не рассчитывается *a posteriori*, а задается в виде основного требования к качеству измерительной информации. **Достоверность измерительной информации – главное условие единства измерений.**

Под *обеспечением единства измерений* понимается деятельность, направленная на установление и применение научных, правовых, организационных и технических основ, правил, требований, норм и средств, необходимых для достижения заданного уровня единства измерений. Обеспечение единства измерений направлено на защиту прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

Научной основой обеспечения единства измерений является наука об измерениях – метрология. Один из ее разделов – законодательная метрология – служит **нормативно-правовой** основой обеспечения единства измерений. **Организационную основу** обеспечения единства измерений составляют государственные службы обеспечения единства измерений, метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и метрологические службы юридических лиц. **Технической основой** обеспечения единства измерений служит система воспроизведения единиц SI и передачи информации об их размерах средствам измерений.

1.3.2. Технические основы обеспечения единства измерений

Единицы Международной системы воспроизводятся с помощью специальных технических средств, называемых *эталоны*. Эталон — это техническое устройство, обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение единицы с целью передачи информации о ее размере средствам измерений, выполненное по особой спецификации и официально утвержденное в установленном порядке в качестве эталона. Эталон, воспроизводящий единицу с наивысшей в стране точностью, называется *первичным*. Эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях и заменяющий в этих условиях первичный эталон, называется *специальным*. Официально утвержденные в качестве исходных для страны первичный или специальный эталоны называются *государственными*. Каждый эталон состоит из воспроизводящей части и приспособлений или устройств, обеспечивающих съем и передачу информации о размере единицы.

Эталоны **основных** единиц SI большей частью воспроизводят их в соответствии с определениями. Основных единиц в Международной системе семь: *секунда, метр, килограмм, кельвин, кандела, ампер и моль*. Соответственно должно было бы быть и семь государственных первичных эталонов основных единиц. Однако в эталоне моля нет необходимости. В 0,012 кг изотопа углерода-12 содержится $6,022 \cdot 10^{23}$ атомов. Это число называется *числом Авогадро*. Если число структурных элементов, составляющих вещество, известно, то деление его на число Авогадро дает количество вещества в молях. Можно при необходимости воспроизвести 1 моль любого вещества как $6,022 \cdot 10^{23}$ его структурных элементов. Масса одного моля водорода, например, составляет 2 г, кислорода - 32 г, воды - 18 г и т. д.

Основу эталонной базы страны составляют **государственные первичные эталоны основных единиц**. Всего их пять:

- Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и длины;
- Государственный первичный эталон единицы массы;
- Государственный первичный эталон единицы температуры;
- Государственный первичный эталон единицы силы света;
- Государственный первичный эталон единицы силы электрического тока.

Подробное описание этих эталонов приведено в [1].

Для воспроизведения производных единиц используются основные единицы SI.

Информация о размерах единиц передается средствам измерений по многоступенчатой схеме, вариант которой показан на рис. 3.

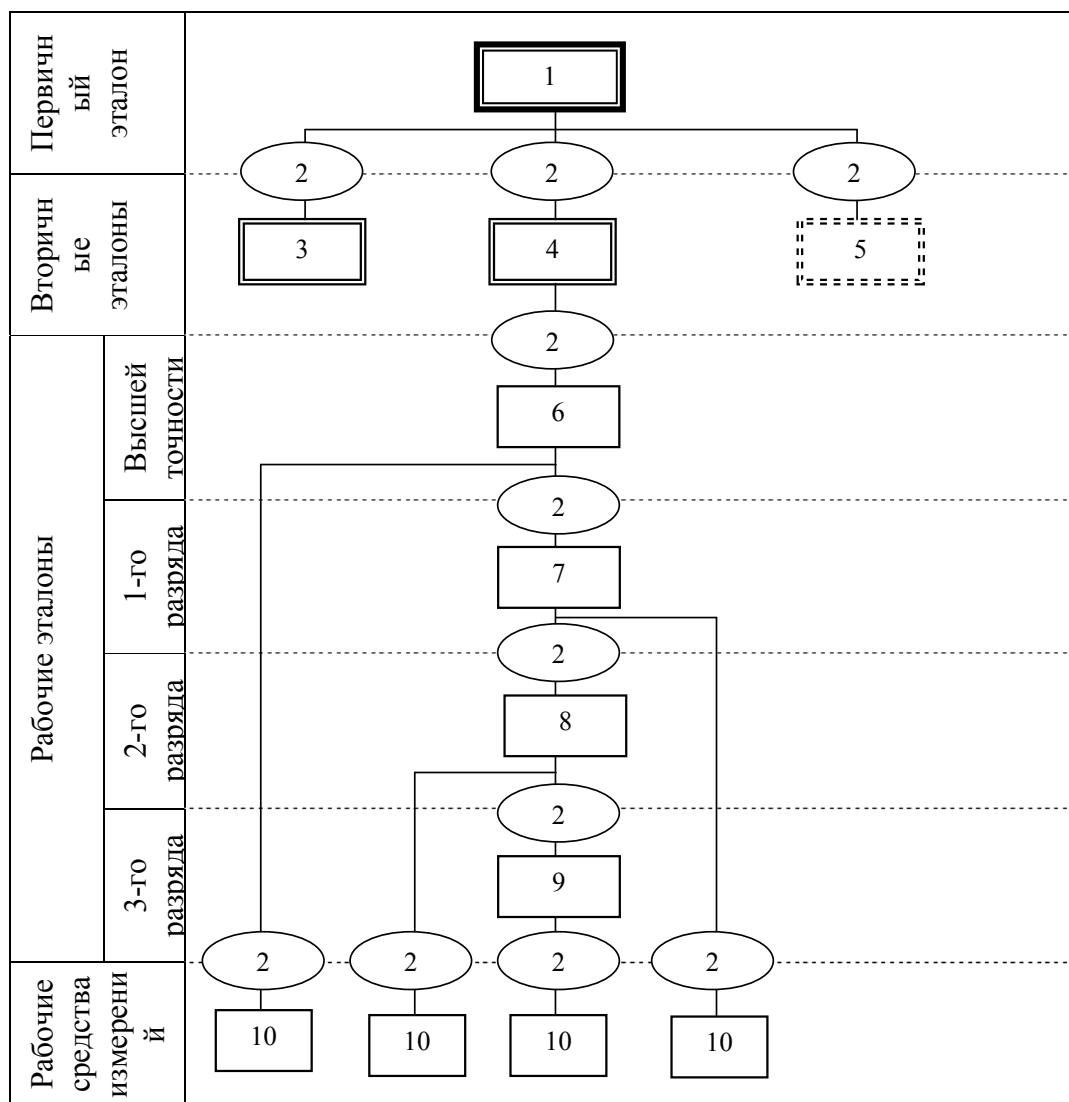


Рис. 3. Передача информации о размере единицы SI (вариант): 1 – государственный первичный эталон; 2 – методы передачи информации о размере единицы; 3 – эталон сравнения; 4 – эталон-копия; 5 – эталон-свидетель; 6 – рабочий эталон высшей точности; 7, 8, 9 – рабочие эталоны соответствующих разрядов; 10 – средства измерений.

В прямоугольных рамках помещаются названия эталонов, стандартная неопределенность типа А и стандартная неопределенность типа В, с которой они воспроизводят единицу. В **верхних** полях находятся:

первичный эталон, предназначенный для воспроизведения единиц с наивысшей в стране точностью и передачи размера единицы вторичным эталонам;

вторичные эталоны.

По метрологическому назначению вторичные эталоны подразделяют:

- *на эталоны сравнения*, применяемые для межлабораторных и международных сличений;

- *эталон-копии*, применяемые для передачи размера единицы рабочим эталонам;

- *эталон-свидетели*, применяемые для контроля сохранности государственного эталона и замены его в случае утраты (в настоящее время применяется не во всех схемах передачи).

Под полем вторичных эталонов располагается поле *рабочих эталонов высшей точности*. Ниже находятся *рабочие эталоны*, которые подразделяются на разряды (1-й, 2-й и т. д.) по мере увеличения неопределенности воспроизведения единицы. На каждой ступени передачи информации неопределенность увеличивается в 3...5 раз (иногда в 1,25...10 раз). Рабочие эталоны предназначены для передачи информации о размере единицы средствам измерений.

В нижнем поле размещаются средства измерений различного уровня точности.

В овальные рамки заключена информация о методах передачи информации о размере единицы.

Схема, приведенная на рис. 3 (она называется *поверочной схемой*) используется для *поверки* и *калибровки* всех без исключения мер, измерительных приборов и измерительных систем.

1.3.3. Нормативно-правовая основа обеспечения единства измерений

Обеспечение единства измерений в нашей стране осуществляется на основе

- Конституции Российской Федерации;
- закона Российской Федерации от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»;
- постановления Правительства Российской Федерации от 12.02.1994 г. № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг»;

- межотраслевой системы стандартов «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)»;
- нормативно-технических и распорядительных документов субъектов хозяйственной деятельности.

По **Конституции Российской Федерации** (статья 71) стандарты, эталоны, Метрическая система, исчисление времени находятся в ведении РФ.

Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений», принятый Государственной Думой 11 июня 2008 года и одобренный Советом Федерации 18 июня 2008 года, устанавливает основные положения обеспечения единства измерений в стране. **Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений охватывает 17 направлений деятельности.** За законом и принимаемыми в соответствии с ним актами законодательства РФ закрепляется регулирование всех отношений, связанных с обеспечением единства измерений в стране. В области международных отношений приоритет отдается правилам международного договора, если они отличаются от тех, которые содержатся в законодательстве РФ об обеспечении единства измерений.

Закон устанавливает требования к измерениям, единицам величин, эталонам, стандартным образцам и средствам измерений, регламентирует такие формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений, как

- утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений;
- поверка средств измерений;
- метрологическая экспертиза;
- государственный метрологический надзор;
- аттестация методик (методов) измерений;
- аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений.

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке. Нормативные правовые акты и нормативно-технические документы в области обеспечения единства измерений образуют Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Закон устанавливает организационные основы обеспечения единства измерений (см. п. 1.3.4). Виновные в нарушении законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений несут ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.02.1994 г. № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг» утверждены следующие нормативные документы в области обеспечения единства измерений:

- Положение о государственных научных метрологических центрах;
- Порядок утверждения положений о метрологических службах федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц;
- Порядок аккредитации метрологических служб на право поверки средств измерений;
- Положение о метрологическом обеспечении обороны в Российской Федерации.

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) – это свод нормативно-технических документов (межгосударственных стандартов – ГОСТ, национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р, правил – ПР, руководящих документов – РД, рекомендаций – Р, методических инструкций – МИ), регламентирующих все стороны деятельности по обеспечению единства измерений. В настоящее время ГСИ включает около 3000 нормативно-технических документов. Дальнейшее ее совершенствование предполагает приведение ГСИ в соответствие с федеральным законом «О техническом регулировании» и перевод значительного количества документов из числа обязательных в разряд рекомендательных.

Нормативно-технические и распорядительные документы субъектов хозяйственной деятельности **не должны нарушать обязательные требования государственных стандартов. К таким документам относятся:**

- стандарты отраслей;
- стандарты предприятий;
- стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений;
- распорядительные документы.

Все они имеют рекомендательный характер.

1.3.4. Организационная основа обеспечения единства измерений

Организационную основу обеспечения единства измерений составляют:

- государственные службы обеспечения единства измерений;
- метрологические службы федеральных органов исполнительной власти;
- метрологические службы юридических лиц.

Структура государственных служб обеспечения единства измерений показана на рис. 4.

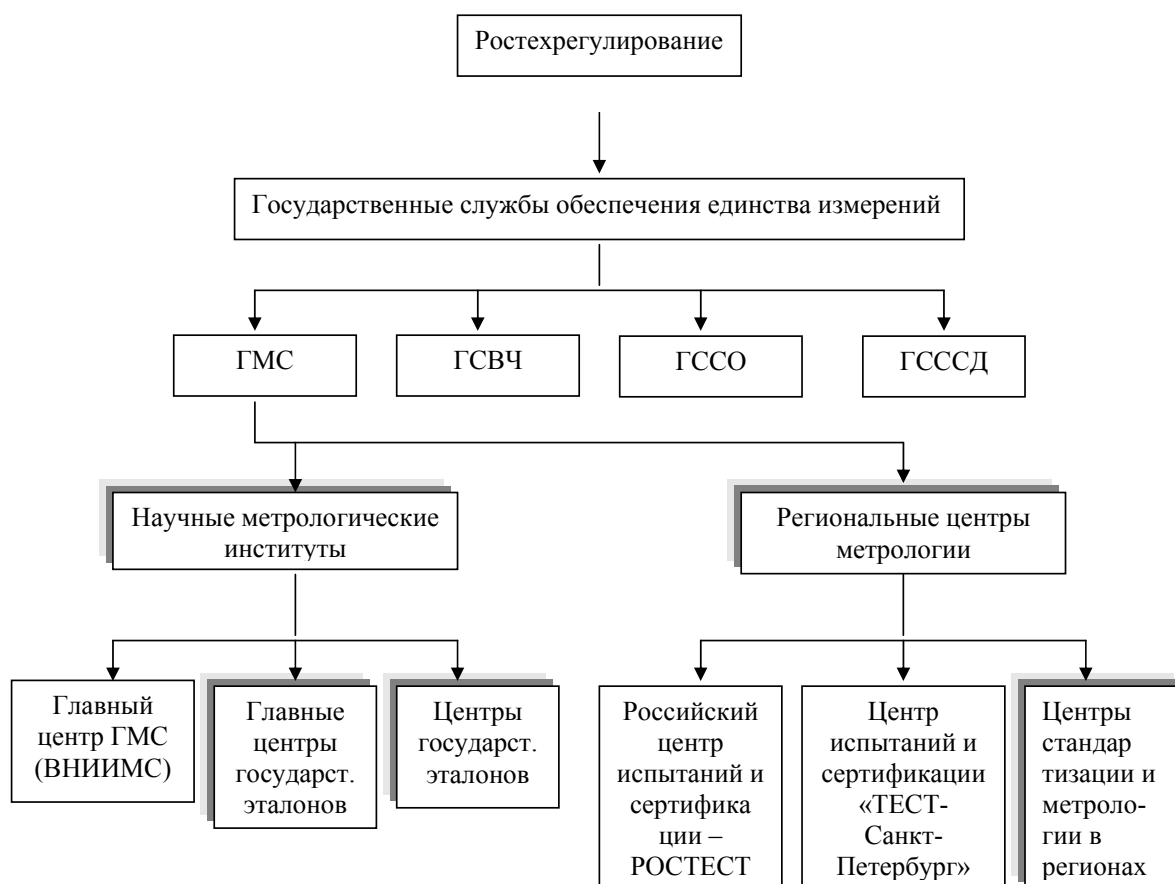


Рис. 4. Структура государственных служб обеспечения единства измерений

На федеральном уровне государственное регулирование обеспечением единства измерений осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование) в соответствии с Положением, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 294. Непосредственно этой деятельностью занимаются находящиеся в ведении Ростехрегулирования государственные службы обеспечения единства измерений:

- Государственная метрологическая служба (ГМС);
- Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ);

- Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО);
- Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

Метрологические службы федеральных органов исполнительной власти создаются приказом руководителя этого органа управления и функционируют в соответствии с утвержденным им Положением о метрологической службе. Они могут включать:

- структурные подразделения (службу) главного метролога в центральном аппарате федерального органа исполнительной власти;
- головные и базовые организации метрологической службы в отраслях и подотраслях, назначаемые федеральным органом исполнительной власти;
- метрологические службы предприятий, объединений, организаций, учреждений.

Метрологические службы юридических лиц решают следующие задачи:

- обеспечение единства и требуемой точности измерений, необходимого уровня метрологического обеспечения производства;
- внедрение современных методов и средств измерений с целью повышения уровня научных исследований;
- организация и проведение калибровки и ремонта средств измерений, находящихся в эксплуатации;
- надзор за состоянием и применением средств измерений, эталонов единиц SI, методик выполнения измерений, за соблюдением метрологических правил, норм и требований нормативных документов по обеспечению единства измерений;
- выдача обязательных предписаний, направленных на предотвращение или устранение нарушений метрологических правил, требований и норм;
- проверка своевременности представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа, а также на поверку и калибровку;
- анализ состояния измерений, испытаний и контроля на предприятии;
- проведение метрологической аттестации методик выполнения измерений;
- взаимодействие с другими подразделениями предприятия по вопросам обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Метрологические службы юридических лиц аккредитуются на техническую компетентность в области обеспечения единства измерений. Головные и базовые организации должны быть аккредитованы соответствующими федеральными органами исполнительной власти при участии специалистов – метрологов.

Главный центр метрологической службы – ВНИИМС – осуществляет научно-методическое руководство работами по аккредитации головных и базовых организаций и ведет регистрацию головных и базовых организаций метрологических служб федеральных органов исполнительной власти и объединений юридических лиц.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Роль и место метрологии в системе естественных наук.
2. Дайте определение физической величине.
3. Дайте определение качественной и количественной характеристикам физической величины.
4. Что называется измерением?
5. Перечислите наиболее распространенные измерительные шкалы.
6. Поясните основное уравнение измерений.
7. Сравните понятия неопределенности и погрешности.

Раздел 2. Стандартизация

При работе с данным разделом предстоит:

- 1) Изучить следующие темы:
 - а. основные принципы и теоретическая база стандартизации;
 - б. методы стандартизации;
 - в. стандартизация в Российской Федерации;
 - г. Международная стандартизация.
- 2) Решить задачи №3 - 4.
- 4) Ответить на вопросы контрольных тестов № 4-7.

2.1. Основные принципы и теоретическая база стандартизации

2.1.1. Общие положения

В соответствии с руководством ИСО/МЭК 2 «Общие термины в области стандартизации и смежных видов деятельности».

Стандартизация – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач.

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

В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» к нормативным документам в РФ относятся технические регламенты, ОКСТЭИ, правила

(нормы) стандартизации, а документы в области стандартизации национальные стандарты, своды правил, рекомендации по стандартизации и стандарты организаций не являются нормативными документами.

Принято считать, что нормативные документы и документы по стандартизации являются частью более общей совокупности документов – нормативно-технических документов (НТД), включающих в себя как нормативные документы по стандартизации, так и технические документы (конструкторские, технологические и проектные), которые разрабатываются на основе нормативных документов.

Стандарт – документ, разработанный на основе консенсуса и принятый признанным органом, в котором устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Стандарты являются обязательными в пределах установленной **сферы их действия и области распространения**.

Сфера действия стандарта – совокупность объединений, предприятий, организаций и учреждений общегосударственного, отраслевого и местного подчинения во всех отраслях промышленности, для которых внедрение и соблюдение данного стандарта в случае принятия его к исполнению являются обязательными. Сфера действия определяется категорией стандарта, которая соответствует уровню утверждающей инстанции.

Федеральным законом «О техническом регулировании» установлены две категории стандартов: национальные стандарты и стандарты организаций. Национальные стандарты РФ (ГОСТ Р) утверждаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулированием), стандарты организаций – руководством организации.

Область распространения стандарта – это объекты стандартизации, на которые распространяются его требования.

Объекты стандартизации – это продукция; правила, обеспечивающие ее разработку, производство и применение, а также иные объекты, имеющие перспективу многократного использования. Объектами стандартизации могут являться конкретная продукция, конкретные услуги, конкретные работы (конкретный производственный процесс) или группы однородной продукции, группы конкретных однородных услуг, группы однородных конкретных производственных процессов.

В зависимости от объектов стандартизации стандарты подразделяются на виды, например стандарты на продукцию, на услуги, основополагающие, на процессы, на методы контроля, на термины и определения.

Вследствие большого числа объектов стандартизации их целесообразно сгруппировать в определенные области. **Область стандартизации** - это совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Аспекты стандартизации - это группы требований или условий, которым должны удовлетворять объекты: технические условия, правила установившейся

практики, типы, сортамент, методы контроля и т. д. Аспекты стандартизации целесообразно сгруппировать по видам стандартов.

Стандарты могут устанавливаться на различных уровнях: международном, региональном, национальном, уровне фирм (предприятий).

Уровень стандартизации - это форма участия в деятельности по стандартизации с учетом географического, политического или экономического признаков.

Международный уровень составляют стандарты ИСО, МЭК и другие, которые разрабатываются на основе сотрудничества и соглашения между большим количеством независимых суверенных наций, имеющих общие интересы.

Международная стандартизация - стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран, а международный стандарт - стандарт, принятый международной организацией, занимающейся стандартизацией (по стандартизации), и доступный широкому кругу потребителей. Такие стандарты предназначены для использования во всемирном масштабе.

Региональный уровень составляют стандарты, разработанные ограниченной группой нескольких независимых наций или региональным органом по стандартизации во взаимных интересах. В соответствии с этим региональная стандартизация - стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического, политического или экономического района мира, а региональный стандарт - стандарт, принятый региональной организацией, занимающейся стандартизацией (по стандартизации) и доступный широкому кругу потребителей.

Национальный уровень составляют стандарты, опубликованные после согласования со всеми заинтересованными сторонами в стране через национальную организацию по стандартизации, признанную авторитетным органом в области подготовки таких стандартов. Национальная стандартизация - стандартизация, которая проводится на уровне одной страны, а национальный стандарт - стандарт, принятый национальным органом по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей.

Уровень фирм (ассоциаций, отдельных предприятий и учреждений) составляют стандарты, выпускаемые отдельной фирмой (группой фирм) и разработанные различными отделами фирмы. Стандарты фирм являются основой определения политики фирмы в областях закупок, производства, сбыта и других операций. В соответствии с федеральным законом «О техническом регулировании» в Российской Федерации данный уровень составляют стандарты организаций.

2.1.2. основополагающие принципы стандартизации

При изучении данной темы рассматривается ряд принципов, на которых базируются научно-методические основы стандартизации, а именно принципы: системности, оптимальности, предпочтительности, комплексности, перспективности и установления опережающих требований, унификации, динамичности, обязательности, добровольного применения стандартов и необходимости

выполнения их требований, обеспечения функциональной взаимозаменяемости стандартизуемых изделий.

2.1.3. Основные направления развития стандартизации

В данной теме следует рассмотреть следующие вопросы:

- параметрическая стандартизация;
- комплексная стандартизация;
- опережающая стандартизация.

2.1.4 Система предпочтительных чисел

При изучении данной темы Вы будете рассматривать следующие вопросы:

- ряды предпочтительных чисел, регламентируемые ГОСТ 8032-84;
- нормальные линейные размеры, регламентируемые ГОСТ 6636-69;
- ряды E.

Ряды предпочтительных чисел, регламентируемые ГОСТ 8032-84.

Предпочтительные числа – это числа, определяющие наиболее рациональное соотношение размеров, параметров, характеристик качества и других взаимосвязанных технических величин.

ГОСТ 8032-84 (СТ СЭВ 3961-83) Предпочтительные числа. Ряды предпочтительных чисел устанавливают предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел, которые должны применяться при установлении градаций и отдельных значений параметров технических объектов: продукции, условий ее существования, технологических процессов и т. п.

Предпочтительные числа получают на основе геометрической прогрессии, i -й член которой равен

$$q_i = 10^{i/R},$$

где $R = 5, 10, 20, 40, 80, 160$, а i принимает целые значения в интервале от 0 до R

Значение R определяет число членов данной прогрессии в одном десятичном интервале, а сами предпочтительные числа представляют округленные значения членов данной прогрессии в интервале 1,00...10,00. Предпочтительные числа одного ряда могут быть либо положительными, либо отрицательными.

Нормальные линейные размеры. Для выбора номинальных линейных размеров (длин, диаметров, уступов, глубин, расстояний между осями и т. д.) деталей, их элементов и соединений разработан ГОСТ 6636-69 Нормальные линейные размеры, устанавливающий ряды линейных размеров в диапазоне от 0,001 до 2000 мм. ГОСТ 6636-69 является ограничительным стандартом по отношению к ГОСТ 8032. В диапазоне от 0,001 до 0,009 нормальные линейные размеры построены по арифметической прогрессии с разностью 0,001. В остальном диапазоне вместо некоторых предпочтительных чисел, установленных ГОСТ 8032 приняты их округленные значения. Линейные размеры в соответствии с ГОСТ 6636-69 делятся на линейные размеры основного применения, которые обозначены соответственно Ra5; Ra10; Ra20; Ra40, где буква “a” означает, что ряд содержит округленные значения, и дополнительные линейные размеры (Ra 80).

Ряды E В радиоэлектронике Международной электротехнической комиссией (МЭК) принята публикация 63 “Ряды предпочтительных величин

для резисторов и конденсаторов», предусматривающая систему предпочтительных чисел в виде рядов: E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192.

Условное обозначение ряда	Знаменатель прогрессии	Количество членов в десятичном интервале
E3	$(10)1/3 = 2,2$	3
E6	$(10)1/6 = 1,5$	6
E12	$(10)1/12 = 1,2$	12
E24	$(10)1/24 = 1,1$	24
E48	$(10)1/48 = 1,05$	48
E96	$(10)1/96 = 1,02$	96
E192	$(10)1/192 = 1,01$	192

В табл. 6 [6] приведены ряды E3, E6, E12, E24.

2.2. Методы стандартизации

При изучении данной темы рассматриваются следующие основные вопросы: унификация; агрегатирование; типизация.

Унификация - это рациональное сокращение видов, типов и размеров изделий одинакового функционального назначения.

В более широком смысле унификация - это научно-технический метод определения и регламентации оптимальной и сокращенной номенклатуры объектов одинакового функционального назначения. Унифицированным является изделие (узел, деталь, конструктивный элемент, технологический процесс и т. п.), которое создано на базе некоторого количества ранее существовавших различных исполнений путем приведения их к единому исполнению, заменяющему любое из них. К числу унифицированных относятся стандартные, заимствованные и покупные детали, сборочные единицы и изделия.

Степень унификации оценивается степенью насыщенности нового или проектируемого изделия элементами других изделий, уже освоенных в производстве. Преимущества унификации заключаются в том, что высокая степень унификации дает возможность сократить сроки проектирования и изготовления изделий, повысить производительность труда, увеличить гибкость и мобильность промышленности при переходе ее на выпуск новых видов продукции, повысить качество, надежность и долговечность изготавливаемых изделий.

Под уровнем (степенью) унификации или стандартизации понимается насыщенность их унифицированными или стандартными составными частями. Уровень унификации изделий или их составных частей в соответствии с РД-50-33-80 "МУ. Определение уровня стандартизации и унификации изделий" определяется с помощью системы показателей.

Агрегатирование - это метод компоновки машин, приборов и оборудования из взаимозаменяемых, унифицированных узлов или агрегатов, каждый из которых

представляет законченное изделие, выполняет определенную функцию и может быть использован при создании различных изделий.

Агрегат - это укрупненный унифицированный узел машины или прибора, который обладает следующими свойствами:

- 1) отделимостью и полной взаимозаменяемостью;
- 2) самостоятельно выполняет определенную функцию, т. е. завершен в функциональном отношении;
- 3) завершен в конструктивном отношении (самостоятельное изделие);
- 4) должен иметь стандартные конструктивные, габаритные и присоединительные размеры, допускающие надежную и быструю сборку;
- 5) должен быть отработан технологически и хорошо изучен в эксплуатации.

Основными признаками агрегатирования являются:

- функциональная законченность агрегатов;
- конструктивная обратимость, т. е. возможность повторного использования составных частей;
- изменение функциональных свойств изделия, полученного на основе метода агрегатирования при перестановке составных частей.

Типизация - метод стандартизации, заключающийся в установлении типовых объектов для данной совокупности и принимаемых за основу (базу) при создании других объектов, близких по функциональному назначению. Этот метод иногда называют методом "базовых конструкций", так как в процессе типизации выбирается объект, наиболее характерный для данной совокупности, с оптимальными свойствами, а при получении конкретного объекта - изделия или технологического процесса - выбранный объект (типовой) может претерпевать лишь некоторые, частичные изменения или доработки. Таким образом, типизация является распространением большого количества функций на малое число объектов, так как обеспечивает сохраняемость только типовых объектов из данной совокупности.

Типизация как эффективный метод стандартизации развивается в трех основных направлениях: стандартизация типовых технологических процессов; стандартизация типовых изделий общего назначения; создание руководящих технических материалов, устанавливающих рекомендуемый порядок проведения каких-либо работ, расчетов, испытаний и т. п.

2.3. Стандартизация в Российской Федерации

2.3.1. Технические регламенты и их правовой статус

При изучении данной темы рассматриваются введенные федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» технические регламенты, как обязательные документы особого рода, особенности их разработки, утверждения и применения.

В соответствии с федеральным законом «О техническом регулировании» главная особенность технического регламента заключается в том, что он является исчерпывающим перечнем требований, которое государство предъявляет к определенному виду деятельности. Другие обязательные требования могут вноситься не другими документами, а только изменениями и

дополнениями, вносимыми в данный регламент. Эта особенность технических регламентов позволяет осуществлять системное регулирование определенных направлений деятельности в области технического регулирования. Основным базовым элементом нормирования становится не отдельный документ, а регламент на вид деятельности, который представляет исчерпывающий свод норм и правил. Такое нормирование дает существенные преимущества для осуществления деятельности предприятий и эффективного контроля. До введения технических регламентов полный перечень обязательных требований для конкретного вида деятельности был неопределенным и неизвестным ни на предприятии, ни контролирующим органам.

Кроме того, в отличие от любого вида документа, содержащего обязательные требования, технический регламент является документом, принятым по специальной процедуре и содержащим обязательные требования к объектам технического регулирования.

В соответствии со ст. 9,10 федерального закона «О техническом регулировании» технический регламент может быть принят:

- федеральным законом;
- указом Президента Российской Федерации;
- ратифицированным международным договором;
- постановлением Правительства Российской Федерации.

Содержанием технического регламента являются обязательные требования к объектам технического регулирования обеспечивающие:

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

Эти требования даны в пункте 1 статьи 7 федерального закона «О техническом регулировании» закрытым списком, т. е. списком, в который не может быть ничего добавлено, кроме перечисленного в нем.

Не включенные в технические регламенты требования к объектам технического регулирования (т. е. к продукции; процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации; правилам и формам оценки соответствия; правилам идентификации; требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их хранения) не могут иметь обязательный характер.

Технический регламент должен содержать исчерпывающий перечень объектов технического регулирования, в отношении которых устанавливаются его требования.

2.3.2. Межотраслевые системы и комплексы стандартов

а) Межотраслевая система «Стандартизация в Российской Федерации»

При изучении данного раздела Вы будете рассматривать следующие вопросы:

- основные положения межотраслевой системы «Стандартизация в Российской Федерации»;
- органы и службы стандартизации.
- категории нормативных документов по стандартизации;
- виды стандартов;
- правила разработки, утверждения, обновления и отмены национальных стандартов;
- правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов.

Основные положения межотраслевой системы «Стандартизация в Российской Федерации»

После внесения изменений и дополнений в межотраслевую систему «Стандартизация в Российской Федерации» входят следующие документы:

ГОСТ Р 1.0-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения."

ГОСТ Р 1.2-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены".

ГОСТ Р 1.4-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения".

ГОСТ Р 1.5-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения".

ГОСТ Р 1.6-2005 "Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Организация проведения экспертизы".

ГОСТ Р 1.8-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты межгосударственные. Правила проведения в Российской Федерации работ по разработке, применению, обновлению и прекращению применения".

ГОСТ Р 1.9-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения".

ГОСТ Р 1.10-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены".

ГОСТ Р 1.12-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения".

ГОСТ Р 1.13-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Уведомления о проектах документов в области стандартизации. Общие требования".

В ГОСТ Р 1.0-2004 даны общие правила формирования и применения положений системы стандартизации в Российской Федерации. В развитие положений федерального закона «О техническом регулировании» ГОСТ Р 1.0-2004 устанавливает цели и принципы стандартизации, организацию работ по стандартизации, документы в области стандартизации и требования к ним, виды стандартов, правила применения документов в области стандартизации,

правила информирования о документах по стандартизации, основные положения по международному сотрудничеству в области стандартизации.

Органы и службы стандартизации

Постановлением Правительства РФ от 17-го июня 2004 г. № 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии» утверждено «Положение о Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии». В соответствии с этим положением Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере технического регулирования. Оно находится в ведении Министерства промышленности и энергетики.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии осуществляет свою деятельность непосредственно через свои территориальные органы и через подведомственные организации во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями. В его компетенцию входят организация экспертизы национальных стандартов и проектов федеральных программ, проведение испытаний средств измерений в целях утверждения их типа и утверждение типа средств измерений, проведение поверки средств измерений, а также сбор и обработка информации о нарушении требований технических регламентов и информирование приобретателей, изготовителей и продавцов по вопросам соблюдения требований технических регламентов.

В эту систему входят более 150 организаций и предприятий, включая 20 научных организаций; 13 промышленных предприятий по производству средств измерений высших классов точности; более 100 территориальных центров стандартизации, метрологии, сертификации (ЦСМиС), расположенных во всех промышленных регионах России; Академия стандартизации, метрологии и сертификации и два средних учебных заведения по метрологии; издательский комплекс «Издательство стандартов».

Для организации и координации работ по стандартизации в отраслях экономики и других сферах деятельности государственные органы управления в пределах их компетенции создают при необходимости подразделения (службы) стандартизации и (или) назначают головные организации по стандартизации.

Службы стандартизации государственных органов управления (ГОУ) (отделы стандартизации, подразделения, группы специалистов по стандартизации в центральных аппаратах федеральных министерств и ведомств Российской Федерации) ведут работы по стандартизации в пределах их компетенции, определяемой положениями об этих службах или должностными инструкциями, утверждаемыми ГОУ. Эти службы осуществляют координацию, административно-техническое руководство работами по стандартизации в

отрасли, внедрение принципов комплексной стандартизации, использование международных стандартов в отрасли.

Головные организации по стандартизации создаются с целью координации, научно-технического и организационно-методического руководства работами по стандартизации в отрасли. В их функции входят изучение научно-технического уровня развития отрасли, обеспечение повышения уровня работ по стандартизации и унификации в отрасли; разработка основных направлений их развития; определение номенклатуры продукции, подлежащей охвату государственными стандартами; проведение экспертизы стандартов; подготовка стандартов к утверждению и пересмотру.

Головные организации по стандартизации являются самостоятельными научно-исследовательскими, проектными или конструкторскими организациями.

На предприятиях научно-техническое и организационно-методическое руководство работами по стандартизации и непосредственное выполнение работ по стандартизации осуществляют подразделения (службы) стандартизации (конструкторско-технологические, научно-исследовательские отделы, лаборатории, бюро).

Основные задачи служб стандартизации на предприятиях:

- выполнение совместно с другими подразделениями работ по стандартизации, разработка проектов стандартов и другой нормативно-технической документации;
- обеспечение подразделений предприятия необходимой нормативной документацией, ее хранение, учет и своевременное внесение изменений;
- организация обязательного нормоконтроля технической документации, разрабатываемой предприятием;
- организация контроля за внедрением и соблюдением стандартов на предприятии;
- организация пропаганды стандартизации, обмена опытом, повышения квалификации работников предприятия по вопросам стандартизации;
- выполнение в определенных случаях возложенных на них функций секретариата ТК по стандартизации.

Категории нормативных документов по стандартизации

В настоящее время федеральным законом «О техническом регулировании» и национальной системой стандартизации РФ на территории России введены следующие документы в области стандартизации:

- национальные стандарты;
- национальные военные стандарты;
- межгосударственные стандарты, введенные в действие в Российской Федерации;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, применяемые в установленном порядке;
- стандарты организаций;
- своды правил.

Стандарты каждой категории применяются в пределах установленной сферы их действия и области применения. Так, например, сферой действия

национальных стандартов Российской Федерации (ГОСТ Р) являются:

- субъекты хозяйственной деятельности, независимо от форм собственности и подчиненности;

- граждане, занимающиеся индивидуальной трудовой деятельностью.

Соответственно объекты стандартизации ГОСТ Р:

- организационно-методические и общетехнические объекты, единый технический язык, типоразмерные ряды и типовые конструкции изделий общего применения, информационные технологии, организация работ по метрологическому обеспечению, достоверные данные о свойствах веществ и материалов, классификация и кодирование ТЭИ;

- элементы крупных народно-хозяйственных комплексов;

- объекты государственных научно-технических и социально-экономических целевых программ;

- продукция межотраслевого применения и широкого применения, производимая в Российской Федерации как для удовлетворения внутренних потребностей, так и поставляемая на внешний рынок.

Аспекты национальных стандартов (ГОСТ Р):

1. Требования к продукции, работам и услугам по их безопасности окружающей среды, жизни, здоровья и имущества; требования техники безопасности и производственной санитарии.

2. Требования по технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции.

3. Основные потребительские (эксплуатационные) характеристики продукции, методы их контроля, требования к упаковке, маркировке, транспортированию, хранению, применению и утилизации продукции

4. Правила и нормы, обеспечивающие техническое и информационное единство при разработке, производстве, использованию (эксплуатации) продукции, выполнении работ и оказании услуг, в том числе правила оформления технической документации, допуски и посадки, термины и их определения, условные обозначения, метрологические правила и нормы.

Порядок разработки национальных стандартов регламентирует ГОСТ Р 1.2-2004. Порядок построения и изложения стандартов регламентирует ГОСТ Р 1.5-2004. Утверждает национальные стандарты Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Государственная регистрация национальных стандартов Российской Федерации (ГОСТ Р) началась с июля 1992 г. (начиная с номера 5001). После регистрации национальные стандарты вводятся в действие.

Обозначение национального стандарта состоит из индекса ГОСТ Р, регистрационного номера и отделенных тире двух (четырех) последних цифр, означающих год утверждения стандарта.

Виды стандартов

В зависимости от требований, устанавливаемых к объекту стандартизации, ГОСТ Р 1.0-2004 устанавливает следующие *виды стандартов*: стандарты на продукцию, стандарты на процессы, стандарты на услуги, основополагающие стандарты (организационно-методические и общетехнические), стандарты на

термины и определения, стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Основополагающие стандарты устанавливают:

- организационно-методические положения;
- общетехнические требования, нормы, правила.

Стандарты на продукцию устанавливают: параметры и размеры, типы, марки, сортамент; конструкцию, общие технические условия; общие технические требования.

Стандарты на услуги регламентируют состав, содержание и формы деятельности по оказанию услуги; факторы, влияющие на оказываемые услуги.

Стандарты на процессы устанавливают методы, приемы, режимы, нормы при разработке, изготовлении, хранении, транспортировании, эксплуатации, ремонте и утилизации;

Стандарты на методы контроля включают требования к методам, способам, приемам проведения испытаний, измерений, анализа продукции.

Стандарты на термины и определения устанавливают наименование и содержание используемых понятий.

Правила разработки, утверждения, обновления и отмены национальных стандартов

С целью обеспечения организационно-методического единства при разработке стандартов ГОСТ Р 1.2-2004 устанавливает четыре стадии разработки стандартов:

- первая стадия «Организация разработки национального стандарта»;
- вторая стадия «Разработка первой редакции проекта национального стандарта и ее публичное обсуждение»;
- третья стадия «Подготовка окончательной редакции проекта национального стандарта и её экспертиза»;
- четвертая стадия «Подготовка проекта стандарта к утверждению, утверждение стандарта, его регистрация, опубликование и введение в действие».

Правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов

В соответствии с ГОСТ Р 1.5-2004 стандарт содержит следующие структурные элементы: титульный лист, предисловие, содержание, введение, наименование, область применения, нормативные ссылки, определения, обозначения и сокращения, требования, приложения, библиографические данные. Из них обязательными, независимо от особенностей стандартизуемого объекта, являются элементы: "Титульный лист", "Предисловие", "Наименование", "Требования".

ГОСТ Р 1.2-2004 устанавливает правила проведения работ по обновлению и отмене национальных стандартов.

Обновление стандарта осуществляют, если его содержание:

- противоречит правовым актам Российской Федерации, техническим регламентам, целям и принципам национальной стандартизации, не соответствует современному уровню развития науки и техники;

- препятствует соблюдению международного соглашения;
- противоречит содержанию разрабатываемого или обновляемого национального стандарта или дублирует содержание стандарта.

Обновление стандарта осуществляется путем его пересмотра, разработки изменения к стандарту и путем внесения поправки в стандарт.

Отмена стандарта производится, если:

- взамен данного стандарта утвержден и введен в действие другой национальный стандарт
- введен в действие межгосударственный стандарт, который распространяется на тот же объект и аспект стандартизации;
- прекращены выпуск продукции; проведение работ или оказание услуг, которые осуществлялись по данному стандарту;
- стандарт утратил свою актуальность.

б) Стандартизация технической документации

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

- единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- единая система технологической документации (ЕСТД);
- единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- система разработки и постановки продукции на производство (СРПП).

2.4. Международная стандартизация

2.4.1. Международные организации по стандартизации

Деятельность в области международной стандартизации может осуществляться на основе двусторонних соглашений, региональными организациями по стандартизации и организациями, действующими в глобальном масштабе. Самой авторитетной и крупной международной организацией в области стандартизации является **Международная организация по стандартизации (ИСО)**. Статья 2 Устава определяет основные задачи ИСО: «Целью организации является содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности». В области международной стандартизации в электротехнике и радиоэлектронике ведущей организацией является **Международная электротехническая комиссия (МЭК)**, организованная в 1906 году на конференции представителей 13 стран в Лондоне. МЭК – это международная организация, в которой принимают участие национальные организации по стандартизации. В настоящее время в МЭК сотрудничают 56 национальных организаций. В 1947 году МЭК присоединилась к ИСО и является ее автономным отделом с собственным руководством, бюджетом, уставом и с собственными правилами работы. Основная задача МЭК заключается в содействии, координации и унификации национальных стандартов в области электротехники и радиоэлектроники. Примерами региональных организаций по стандартизации являются **Европейская организация качества** и **Европейская экономическая комиссия (ЕЭК ООН)**, которая координирует научно-техническое и торговое сотрудничество в европейском регионе.

2.4.2. Межгосударственная стандартизация

Важным шагом восстановления нарушенных связей и развития торговли в условиях рыночных отношений стало "Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации", подписанное 13 марта 1992 г. в Москве главами правительств двенадцати стран. Основные цели межгосударственной стандартизации:

- защита интересов потребителей и каждого государства-участника соглашения в вопросах качества продукции, работ и услуг, обеспечивающих безопасность для жизни, здоровья и имущества населения, охраны окружающей среды;
- обеспечение совместимости и взаимозаменяемости продукции и других требований, представляющих межгосударственный интерес;
- содействие экономии всех видов ресурсов и улучшению экономических показателей производства государств-участников соглашения;
- устранение технических барьеров в производстве и торговле, содействие повышению конкурентоспособности продукции государств-участников соглашения;
- содействию повышению безопасности хозяйственных объектов государств-участников соглашения при возникновении природных и техногенных катастроф, а также других чрезвычайных ситуации. Непосредственно реализация задач, поставленных в этом межправительственном соглашении осуществляет созданный Межгосударственный Совет стран-участниц СНГ (МГС), в котором представлены все национальные организации по стандартизации этих государств. приняты основополагающие документы, в соответствии с которыми решаются организационные вопросы в области межгосударственной стандартизации. К ним, в частности, относятся:

ГОСТ 1.0-92 «Правила проведения работ по межгосударственной стандартизации. Общие положения»

ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения»

ГОСТ 1.2-97 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

ГОСТ 1.5-2001 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению»

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. *Охарактеризуйте основные понятия в области стандартизации.*
2. *В чем заключаются основные принципы стандартизации?*
3. *Какие основные методы стандартизации Вы знаете?*
4. *Поясните образование и применение рядов предпочтительных чисел.*

Раздел 3. Сертификация

При работе с данным разделом предстоит:

- 1) Изучить следующие темы:
 - а. основные положения в сертификации;
 - б. системы и схемы сертификации;
 - в. этапы сертификации;
 - г. органы по сертификации и их аккредитация;
- 2) Решить задачу №10
- 3) Ответить на вопросы контрольных тестов № 8-11

3.1. Основные положения в сертификации

Изучаемые вопросы:

- принципы, правила и порядок проведения сертификации продукции;
- качество продукции и необходимость подтверждения соответствия;
- закон РФ «О защите прав потребителей» и его сущность;
- развитие сертификации за рубежом и в РФ;
- история формирования терминов в области сертификации;
- закон «О техническом регулировании» и его статьи в области сертификации.

3.1.1. Принципы, правила и порядок проведения сертификации продукции.

Сертификация является заключительной частью дисциплины не случайно. Важнейшим результатом деятельности по стандартизации является *повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению. Соответствие назначению* – способность продукции, процесса или услуги выполнять определённые функции при заданных условиях. Чтобы обеспечить соответствие назначению, необходимо обеспечить просто **соответствие** - *соблюдение всех установленных требований к продукции, процессу или услуге.* Исторически сложились две формы **подтверждения соответствия** : **заявление (декларация)** поставщика о соответствии и **сертификация** (**церт** лат,верный, - **фиц**, - **фик**, фак (т) лат.делать) **соответствия** - деятельность по подтверждению соответствия с участием третьей стороны, независимой от изготовителей и потребителей. Это и является главным *принципом* сертификации. Третья сторона убеждает потребителя в соответствии, в том, что всё «сделано верно», формирует доверие к продукции и услугам. Главным *правилом* является системный подход: сертификация возможна только в рамках системы сертификации.

Сертификация продукции и услуг стала общепринятой во всех странах. Она рассматривается как официальное подтверждение качества и во многом определяет конкурентоспособность продукции, а значит, и развитие производства, его рентабельность и эффективность. Это один из инструментов регулирования

взаимоотношений между потребителями и производителями, заказчиками и поставщиками, покупателями и продавцами в условиях рынка.

Российский опыт проведения сертификации составляет более 25 лет, в течение которых этот вид деятельности получил широкое признание в обществе как действенный вид защиты прав потребителя.

3.1.2. Качество продукции и необходимость подтверждения соответствия

Принятая в марте 1987 г. первая версия международных стандартов (МС) ИСО серии 9000 «Управление качеством продукции» так определила понятие **качество** – совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им *способность удовлетворять* обусловленные или предполагаемые *потребности*. Анализ семантики слов “**потребность**” (*пот-* лат. хочу, *ре-* лат. вещь, *бон-* лат. хороший) и “**продукция**” (*про-* лат. вперёд, *дукт-* лат. вести) показывает, что удовлетворение потребностей – это создание хороших вещей и только такие вещи есть продукция, которая только и “ведёт вперёд” их производителя. Таким образом, **продукция должна быть качественная** (удовлетворяющая потребности). **Некачественная** (не удовлетворяющая потребности) вещь не может быть названа продукцией. Она получает название брак, причинами которого являются дефекты, несоответствия.

Потребности с языка потребителя переводят на язык профессионалов и формулируют как **требования** в нормативно-технической документации (НТД). Потребители, покупатели, заказчики должны знать **степень соответствия** продукции установленным требованиям. Поэтому в Международном стандарте МС ИСО 9000 - 2000 принято такое определение **качества – степень соответствия собственных характеристик требованиям.**

7 февраля 1992 г. был принят закон РФ “О защите прав потребителей”. Закон **регулирует отношения**, возникающие между потребителями и изготовителями (исполнителями, продавцами) при продаже товаров (выполнении работ, оказании услуг),

- **устанавливает права потребителей на** приобретение товаров (работ, услуг) *надлежащего качества и безопасных* для жизни, здоровья, имущества потребителей и окружающей среды,

- **получение информации** о товарах (работах, услугах) и об их изготовителях (исполнителях, продавцах),

- **просвещение**, государственную и общественную **защиту их интересов**, а также определяет **механизм реализации этих прав.**

Закон состоит из 4 глав и 46 статей. Три статьи (4,7,10) имеют прямое отношение к сертификации.

3.1.3. Развитие сертификации за рубежом и в РФ

Ведущие экономические страны начали развивать процессы сертификации в 20 – 30-е годы XX века. В 1920 году Немецкий институт стандартов (DIN) установил в Германии знак соответствия стандартам DIN, который распространился на все виды продукции. Примером сертификации конкретного вида продукции служит система сертификации электротехнического и электронного оборудования, действующая под эгидой Немецкой электротехнической ассоциации (VDE). Она организует разработку национальных стандартов в области электротехники, электроники и связи и осуществляет руководство системой сертификации этой продукции. Под эгидой VDE действуют четыре системы сертификации со своим знаком соответствия



Рис. 5. Знак соответствия стандартам VDE

В Великобритании сертификация, как и в Германии, охватывает многие отрасли промышленности и виды товаров. В этой стране действует несколько национальных систем сертификации, наиболее крупная – Британского института стандартов.

Для продукции, сертифицируемой в этой системе, учрежден специальный знак («бумажный змей») соответствия британским стандартам, зарегистрированный и охраняемый законом. Вид этого знака, а также знаки соответствия применяемые за рубежом, приведены на рис. 5 и 6.



Рис. 6. Знаки соответствия в зарубежных странах

Сертификация в Великобритании в основном носит добровольный характер, за исключением областей, где решением правительства стандарты обязательны к применению (например, стандарты в отношении требований по безопасности к изделиям). Примером может являться стандарт BS3254 для автомобильных ремней безопасности. В данном случае знак соответствия называется меткой безопасности (рис. 7).

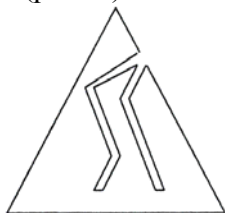


Рис. 7. Метка безопасности

Во Франции в 1938 году декретом была создана национальная система сертификации знака NF (Французский стандарт). Система сертификации знака NF означает, что продукция, прошедшая сертификацию в соответствии с установленными правилами, полностью удовлетворяет требованиям французских стандартов.

После окончания Второй мировой войны началось практическое функционирование системы. В настоящее время она включает более 75 систем сертификации, каждая из которых распространяется на конкретные группы продукции.

Наличие большого числа национальных систем сертификации в странах Западной Европы, основанных на нормативных документах этих стран, привело к ситуации, когда однородная продукция оценивалась разными методами по разным показателям. Это явилось техническим препятствием в торговле между странами – членами Европейского Союза и мешало реализации идеи создать пространство без внутренних границ, в котором действует принцип 4 свобод, то есть обеспечивается свободное перемещение людей, валюты, товаров и услуг.

Решение этой проблемы было найдено 21 декабря 1989 года, когда Совет ЕС принял документ «Глобальная концепция по сертификации и испытаниям». Основная идея этого документа состоит в формировании доверия к товарам и услугам путем использования таких инструментов, как сертификация и аккредитация, построенным по единым европейским нормам. Это доверие должно быть подтверждено качеством и компетентностью.

В отличие от стран Западной Европы в США отсутствуют единые правила сертификации или единый национальный орган по сертификации. Действуют сотни систем, созданных при различных ассоциациях – изготовителей, частных компаний. Авторитетом пользуются системы сертификации, созданные при Национальной лаборатории страховых компаний, лаборатории американских предприятий газовой промышленности, испытательном центре сельскохозяйственной техники и др.

Страны Восточной Европы развивали национальные системы сертификации аналогично западно-европейским странам. В 1980 году институт СЭВ по

стандартизации разработал «Общие условия взаимного признания результатов испытаний продукции».

Сертификация продукции в Российской Федерации, а до этого в СССР, начала развиваться в 1979 году. Госстандарту совместно с министерствами и ведомствами было поручено утвердить головные организации по государственным испытаниям важных видов продукции производственно – бытового назначения. Испытательные центры тех лет во многом явились базами для современных испытательных лабораторий.

В 1986 году было принято «Временное положение о сертификации продукции машиностроения в СССР. РД 50-598-86», которое стало организационно-методическим документом, устанавливающим основные правила работ по сертификации продукции машиностроения, проводимых в рамках международных систем сертификации.

Таким образом, в начале 90-х годов в России сформировались нормативная и техническая базы для создания национальной системы сертификации.

Сертификация как обязательная процедура защиты прав потребителя была введена в действие с 1 мая 1992 году законом Российской Федерации «О защите прав потребителя». 10 июня 1993г. был принят закон «О сертификации продукции и услуг» - основополагающий документ, который регулировал сертификацию почти 10 лет. Терминология, применённая в законе, практически совпадает с международной, рассмотренной ниже.

3.1.4. История формирования терминов и определений в области сертификации

Впервые термин «сертификация соответствия» был сформулирован и определен Комитетом по вопросам сертификации (СЕРТИКО) Международной организации по стандартизации (ИСО) и включен в руководство ИСО 2 (четвёртая версия 1982 г.) «Общие термины и определения в области стандартизации, сертификации и аккредитации испытательных лабораторий». Согласно этому документу «Сертификация соответствия» представляет собой действие, удостоверяющее посредством сертификата соответствия или знака соответствия, что изделие или услуга соответствуют определенным стандартам или другим нормативным документам. Дальнейшая эволюция терминологии сертификации такова.

В руководстве ИСО/МЕК 2 – 1991 (шестая версия) введены дополнительные термины **оценивание (оценка) соответствия** – систематическая проверка степени соответствия продукции, процесса, услуги заданным требованиям, **контроль** – оценивание соответствия путём измерений, наблюдений, испытаний или калибрования соответствующих характеристик, **оценивание соответствия испытанием (испытание на соответствие)** – оценивание соответствия путём испытаний, **проверка соответствия** -подтверждение соответствия продукции, процесса или услуги заданным требованиям, получаемое путём изучения доказательств, **надзор за соответствием** - оценивание соответствия с целью установления, что продукция, процесс или услуга продолжают соответствовать заданным требованиям, **оценивание(продукции) по образцу** – оценивание соответствия на

основе одного или нескольких образцов продукции, представляющей производство, **обеспечение соответствия** – процедура, результатом которой является заявление, дающее уверенность в том, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям. (**Примечание.** Применительно к продукции данное заявление может иметь форму документа, ярлыка или другого эквивалентного средства. Оно может быть напечатано в сообщении, каталоге, накладной, руководстве по эксплуатации и т.д., относящимся к продукции), **регистрация** – процедура, посредством которой какой – либо орган указывает соответствующие характеристики продукции, процесса или услуги,

Руководство № 2 ИСО/МЭК (седьмая версия 1996 г.) «Стандартизация и смежные виды деятельности - Общий словарь» существенно переработано и содержит 17 разделов вместо 16 и новые названия интересующих нас разделов: 12 – Общие понятия подтверждения соответствия, 13 – Определение характеристик, 14 – Оценивание соответствия, 15 - Убеждение в соответствии. Сертификация исчезла из названия Руководства №2 и раздела и вошла как составной элемент в понятие «**убеждение в соответствии**» - «**сертификация**» - процедура, посредством которой третья сторона письменно удостоверяет, что продукция, процесс или услуга соответствует заданным требованиям. «**убеждение в соответствии**» - деятельность осуществляемая с целью сделать заявление, дающее уверенность в том, что продукция, процесс или услуга соответствует заданным требованиям. В руководстве рассмотрены две процедуры : сертификация и «**заявление поставщика о соответствии**» - процедура, посредством которой поставщик письменно удостоверяет, что продукция, процесс или услуга соответствует заданным требованиям. Комплексным понятием является «**подтверждение соответствия**» - любая деятельность, связанная с прямым или косвенным определением того, что соответствующие требования соблюдаются». Структура понятия «**Подтверждение соответствия**» приведена на рис. 8



Рис. 8 Структура «Подтверждение соответствия»
руководство № 2 ИСО/МЭК (седьмая версия 1996г.)

3.1.5. Закон «О техническом регулировании» и его статьи в области сертификации.

В этот период Россия поставила себе задачу – вступить в ВТО. Это потребовало пересмотра законодательной базы сертификации и аккредитации. В результате был принят федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ, устанавливающий основные правовые аспекты подтверждения соответствия и введен в действие 1 июля 2003 г. С введением этого закона утратил силу закон РФ «О сертификации продукции и услуг».

Все подзаконные акты, постановления Правительства РФ, нормативные акты государственных органов управления и исполнительной власти, связанные в той или иной степени с подтверждением соответствия должны соответствовать положениям данного федерального закона. В законе ст. 2 «Основные понятия» содержит 25 понятий, из которых 16 относятся к сертификации и аккредитации. Вопросы сертификации представлены в главе 4. «Подтверждение соответствия» (ст.18 – ст.30) и в главе 5. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) - ст. 31.

В нем указывается, что **подтверждение соответствия** – это документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Федеральный закон «О техническом регулировании» устанавливает также принципы и формы подтверждения соответствия, порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия, правила и порядок добровольного и обязательного подтверждения, права и обязанности участников, знак соответствия и знак обращения на рынке и порядок их применения, права и

обязанности заявителей, цели и порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).

Ст. 20 Федерального закона устанавливает, что подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может носить добровольный или обязательный характер.

Форма подтверждения соответствия - это определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия может осуществляться либо в форме добровольной сертификации, либо в форме принятия декларации о соответствии (декларирования соответствия), либо в форме обязательной сертификации: добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации, а обязательное – в форме принятия декларации о соответствии или в форме обязательной сертификации (Рис. 9).

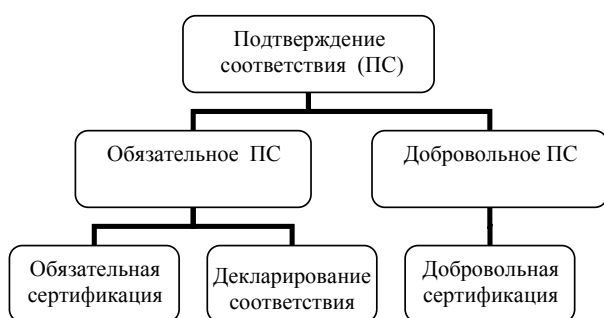


Рис. 9. Структура «Подтверждения соответствия»
(по ФЗ «О техническом регулировании»)

В ст. 21 федерального закона определяет правила и порядок проведения, объекты, правовой статус и полномочия участников добровольного подтверждения соответствия.

Ст. 22. Разъясняет смысл и границы применения знаков соответствия.

На рис. 11 представлены 2 варианта знаков соответствия.



Рис. 10. Знаки соответствия системы ГОСТ Р.

Ст. 23 федерального закона устанавливает, что обязательное подтверждение соответствия проводится только в тех случаях, когда принят технический регламент, устанавливающий необходимость обязательного подтверждения соответствия и проводится оно исключительно на соответствие требованиям технического регламента.

В соответствии со ст. 7 федерального закона в техническом регламенте содержатся исчерпывающие обязательные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, к правилам и формам оценки соответствия; правилам идентификации; требованиям к характеристикам продукции; терминологии; упаковке; к маркировке или этикеткам и к правилам их нанесения, имеющим прямое действие на всей территории Российской Федерации. В техническом регламенте содержатся также правила и формы оценки соответствия и в том числе схемы подтверждения соответствия, определяемые с учетом степени риска, предельные сроки оценки соответствия в отношении каждого объекта. Оценка соответствия проводится в формах государственного контроля (надзора), аккредитации, испытаний, регистрации, подтверждения соответствия и в иной форме. Требования и правила, не включенные в технические регламенты, не могут носить обязательный характер.

Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации.

Форма и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только техническим регламентом, при этом декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу на всей территории Российской Федерации не зависимо от схем обязательного подтверждения соответствия.

Декларирование соответствия, как устанавливает ст. 24 федерального закона, является формой обязательного подтверждения соответствия и осуществляется по одной из двух схем:

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;
- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств и доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории (центра) (далее – третья сторона).

В ст. 27 рассмотрены условия применения знаков обращения на рынке.

• Продукция, соответствие которой требованиям технических регламентов подтверждено в порядке, предусмотренном настоящим федеральным законом, маркируется знаком обращения на рынке. Изображение знака обращения на рынке устанавливается Правительством Российской Федерации. Данный знак не является специальным защищенным знаком и наносится в информационных целях.

• Маркировка знаком обращения на рынке (рис. 11) осуществляется заявителем самостоятельно любым удобным для него способом.



Рис. 11. Знаки обращения на рынке

Федеральный закон «О техническом регулировании» предусматривает аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).

В ст. 31 закона установлены цели, принципы и порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий, которые выполняют работы по подтверждению соответствия

Целями их аккредитации являются:

- подтверждение компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия;
- обеспечение доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий (центров);
- создание условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий (центров)

3.2. Системы и схемы сертификации

Изучаемые вопросы:

- системы и схемы сертификации продукции, применяемые в РФ.
- системы обязательной сертификации.
- системы добровольной сертификации.
- перспективные задачи сертификации, переход на подтверждение соответствия.

Определения системы и схемы сертификации даны в глоссарии.

После принятия ФЗ РФ «О техническом регулировании» рекомендованы схемы декларирования соответствия, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Схема	Содержание схемы и ее исполнители
1	2
1д (А)	Заявитель: 1. приводит собственные доказательства соответствия, формирует комплект технической документации. 2. обеспечивает соответствие процесса производства изготавливаемой продукции технической документации и относящимся к ней требованиям технического регламента. 3. принимает декларацию о соответствии, регистрирует ее в установленном порядке. 4. маркирует продукцию знаком обращения на рынке
2д (С)	Заявитель: заключает договор с аккредитованной испытательной лабораторией (центром). Аккредитованная лаборатория: проводит испытания типового образца продукции. Заявитель: 1. принимает декларацию о соответствии. 2. обеспечивает соответствие процесса производства требованиям технических регламентов. 3. принимает декларацию о соответствии, регистрирует ее в установленном порядке. 4. маркирует продукцию знаком обращения на рынке

3д (D)	Заявитель: 1. заключает договор с аккредитованной испытательной лабораторией . 2. подает по своему выбору заявку в орган по сертификации на проведение сертификации СМК применительно к декларируемой продукции. Аккредитованная лаборатория: проводит испытания типового образца продукции. Орган по сертификации: проводит сертификацию СМК и инспекционный контроль (периодические проверки). Заявитель: получает сертификации сертификат на СМК; поддерживает ее функционирование на должном уровне; принимает декларацию о соответствии, маркирует продукцию знаком обращения на рынке; информирует орган по сертификации об изменениях системы
4д (E)	Данная схема отличается от предыдущей тем, что при сертификации СМК орган по сертификации осуществляет сертификационные действия, касающиеся только этапов контроля и испытаний
5д (F)	Заявитель: заключает договор с аккредитованной испытательной лабораторией (центром). Аккредитованная испытательная лаборатория: проводит испытания выборочной партии продукции и выдает протоколы испытаний заявителю. Заявитель 1. обеспечивает соответствие процесса производства изготавливаемой продукции технической документации и относящимся к ней требованиям технического регламента; 2.принимает декларацию о соответствии, регистрирует ее в установленном порядке; 3. маркирует продукцию, на которую принята декларация о соответствии, знаком обращения на рынке
6д (G)	Данная схема отличается от предыдущей схемы только тем, что аккредитованная лаборатория (центр) проводит испытания каждой единицы декларируемой продукции
7д (H)	Данная схема отличается от схем 3д и 4д тем, что сертификация СМК осуществляется на этапах проектирования и производства декларируемой продукции

Примечание. Схемы 1д—7д, приведенные в табл. 1, соответственно аналогичны европейским схемам декларирования соответствия *A, C, D, E, F, G, H.*

Сертификация услуг осуществляется по тем же схемам, что и сертификация продукции.

3.3. Этапы сертификации

Изучаемые вопросы:

- основные этапы проведения сертификации.
- порядок заполнения бланков сертификатов соответствия.

3.3.1. Основные этапы проведения сертификации.

Порядок проведения сертификации устанавливается правилами конкретной системы, но основные этапы процесса сертификации неизменны независимо от вида и объекта сертификации. Обобщенная схема процесса сертификации по наиболее часто применяемым схемам приведена на рис. 12.

В ней можно выделить пять основных этапов:

1. Заявка на сертификацию;
2. Оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям;
3. Анализ результатов оценки соответствия;
4. Решение по сертификации;
5. Инспекционный контроль за сертифицированным объектом.



Рис. 12. Обобщенная схема процесса сертификации

3.3.2. Порядок заполнения бланков сертификатов соответствия

← Формат: Список

В настоящее время распространены случаи фальсификации сертификатов соответствия. Для распознавания подделки специалисты с высшим образованием должны владеть необходимой информацией и знать правила заполнения бланков сертификатов соответствия.

Правила заполнения бланка сертификата соответствия на продукцию

Форма сертификата соответствия приведена в приложении 1.

Позиция 1 - регистрационный номер сертификата соответствия на продукцию составляется следующим образом. Структура регистрационного номера:

РОСС XX. XXXX. XXXXXX

1 2 3 4 5

1- знак регистрации в Государственном реестре Госстандарта России, где РОСС - РО[ссийская] С[истема] Сертификации];

2—код страны расположения организации-изготовителя данной продукции. В виде двух прописных букв латинского алфавита - кода страны по международному классификатору "Страны мира", к примеру, Россия - RU, Индия - IM, Италия - IT.

3- код органа по сертификации, выдавшего сертификат (используются четыре последних знака регистрационного номера органа).

Код представлен двумя прописными буквами русского алфавита и двухзначным числом. Расшифровка наиболее часто встречающихся буквенных индексов:

АТ - авиационная техника; АЮ, АЛ - расширенная область аккредитации; ББ — пожарная безопасность; БП — посуда; ЖТ — железнодорожный транспорт; ИМ - инструмент медицинский; ИС - системы качества и производства; ЛД - товары детского ассортимента; ЛК - коженно-обувные изделия; ЛТ - текстильная продукция; МД - игрушки; МЖ - ручное оружие и патроны; ММ - станки металлообрабатывающие; МС — сельскохозяйственная техника; МЭ — электромагнитная совместимость; ПВ - вода; ПК - парфюмерно-косметические товары; 11Л, ПМ, ПН, ПО, ПП, ПР, ПТ, ПУ, ПФ, ПХ - пищевые продукты и продовольственное сырье; СП - программные средства; СС - спортивные и туристские изделия; СЩ - средства индивидуальной защиты; ТБ - тара; УБ, УВ - услуги по ремонту и техническому обслуживанию бытовой радиоэлектронной аппаратуры, электробытовых машин и приборов; УП - услуги общественного питания; УХ - услуги химической чистки; ЦЦ - взрывоопасные материалы и изделия из них; ЧС, ЭФ - черные металлы и сплавы; ЭУ - электроустановки зданий.

4 - код типа объекта сертификации:

А - партия (единичное изделие), сертифицированная на соответствие обязательным требованиям;

В - серийно выпускаемая продукция, сертифицированная на соответствие обязательным требованиям;

С - партия (единичное изделие), сертифицированная на соответствие требованиям нормативных документов;

Н - серийно выпускаемая продукция, сертифицированная на соответствие требованиям нормативных документов;

Е - транспортное средство, на которое выдается одобрение типа транспортного средства.

5 - номер объекта регистрации в виде порядкового номера (от 00001 до 99999) по каждому типу объекта регистрации.

Пример:

РОСС 1Т.АЯ46.А53146

- РОСС - Российская система сертификации;

- 1Т - предприятие-изготовитель данного товара находится в Италии;

- АЯ46 - сертификат выдан органом по сертификации промышленной продукции Российского центра испытаний и сертификации Ростест-Москва;

- А - сертификат оформлен на партию (образец), сертифицированную на соответствие обязательным требованиям нормативной документации;

- 53146 - запись внесена в регистрационный журнал под № 53146.

Позиция 2 - срок действия сертификата устанавливается в соответствии с правилами и порядками сертификации однородной продукции. Даты записываются следующим образом: число и месяц- двумя арабскими цифрами,

разделенными точками, год - четырьмя арабскими цифрами. При этом первую дату проставляют по дате регистрации сертификата в Государственном реестре. При сертификации партий или единичного изделия вторая дата не проставляется.

Позиция 3. Здесь приводятся регистрационный номер органа по сертификации - по Государственному реестру, его наименование - в соответствии с аттестатом аккредитации (прописными буквами), адрес (строчными буквами), телефон и факс.

Позиция 4. Здесь указываются наименование, тип, вид, марка продукции, обозначение стандарта, технических условий или иного документа, по которому она выпускается (для импортной продукции ссылка на документ необязательна). Далее указывают: "серийный выпуск", или "партия", или "единичное изделие". Для партии и единичного изделия приводят номер и размер партии или номер изделия, номер и дату выдачи накладной, договора (контракта), документа о качестве и т. п. Здесь же дается ссылка на имеющееся приложение записью "см. приложение".

Позиция 5 - код продукции (6 разрядов с пробелом после первых двух) по Общероссийскому классификатору продукции (ОКП).

Позиция 6 - обозначение нормативных документов, на соответствие которым проведена сертификация. Если продукция сертифицирована не на все требования нормативного(ых) документа(ов), то указывают разделы или пункты, содержащие подтверждаемые требования.

Позиция 7 - 9-разрядный код продукции по классификатору товарной номенклатуры внешней экономической деятельности (заполняется обязательно для импортируемой и экспортируемой продукции).

Позиция 8 - наименование, адрес организации-изготовителя (индивидуального предпринимателя).

Позиция 9 – наименование; адрес; телефон; факс юридического лица, которому выдан сертификат соответствия.

Позиция 10 - документы, на основании которых органом по сертификации выдан сертификат, например:

- протокол испытаний с указанием номера и даты выдачи, наименования и регистрационного номера аккредитованной лаборатории в Государственном реестре;

- документы (гигиеническое заключение, ветеринарное свидетельство, сертификат пожарной безопасности и др.), выданные органами и службами федеральных органов исполнительной власти, с указанием наименования органа или службы, адреса, наименования вида документа, номера, даты выдачи и срока действия;

- документы других органов по сертификации и испытательных Лабораторий с указанием наименования, адреса, наименования вида документа, номера, даты выдачи и срока действия;

- декларация о соответствии с указанием номера и даты ее принятия.

Позиция 11 - дополнительную информацию приводят при необходимости, определяемой органом по сертификации. К такой информации могут относиться внешние идентифицирующие признаки продукции (вид тары,

упаковки, нанесенные на них сведения и т. п.), условия действия сертификата (при хранении, реализации), место нанесения знака соответствия, номер схемы сертификации и т. п.

Позиция 12- подпись, инициалы, фамилия руководителя органа, выдавшего сертификат, и эксперта, проводившего сертификацию; печать органа по сертификации.

Приложение к сертификату оформляют в соответствии с правилами заполнения аналогичных реквизитов в сертификате.

Сертификат и приложение к нему выполняют машинописным способом. Исправления, подчистки и поправки не допускаются. Правила заполнения бланка сертификата соответствия на услугу применяются аналогичные. Различие в 2-х пунктах. В позиции 1 4-й элемент - код типа объекта сертификации имеет обозначения У - услуга (работа), сертифицированная на соответствие обязательным требованиям; М - услуга (работа), сертифицированная на соответствие требованиям нормативных документов);

Позиция 4 - наименование группы (подгруппы, вида) услуги (работы) заполняется по ОКУН (Общероссийский классификатор услуг населению).

3.4. Органы по сертификации и их аккредитация

Изучаемые вопросы:

- основные функции органа по сертификации;
- структура Российской системы аккредитации;
- этапы аккредитации;
- направления сертификации.

3.4.1. Основные функции органа по сертификации

Успешная сертификация соответствия возможна только при высокой компетенции участников сертификации при проведении испытаний и проверок, их взаимном доверии друг к другу. Заявитель должен доверять органам по сертификации и испытательной лаборатории, которые дают заключение по его продукции, испытательная лаборатория – органу по сертификации и наоборот. Таким образом, для определения беспристрастности, независимости и компетенции участников сертификации необходим соответствующий механизм. Таким механизмом обеспечения доверия является аккредитация (**ак. лат.** острый, **кред. лат.** верить)

Согласно руководству ИСО/МЭК 7 аккредитация – это «официальное признание того, что испытательная лаборатория (орган по сертификации) правомочна осуществлять конкретные испытания или конкретные типы испытаний».

Основными целями аккредитации являются:

- повышение качества работы и укрепление доверия к испытательным лабораториям и органам по сертификации со стороны заявителя, государства и других заинтересованных структур;
- обеспечение конкурентоспособности продукции и услуг на внутреннем и внешнем рынках;

← Формат: Список

- признание результатов испытаний и сертификатов соответствия на национальном, европейском и мировом уровнях.

3.4.2. Структура Российской системы аккредитации

В 1995 году началась работа по созданию самостоятельной Российской системы аккредитации (РОСА). В настоящее время подготовлена методическая основа РОСА – серия стандартов ГОСТ Р 51000, которые максимально гармонизированы с руководствами ИСО/МЭК 7 в области аккредитации и европейскими нормами. Согласно этим документам, система аккредитации представляет собой структуру, изображенную на рис. 13.

Весь процесс аккредитации проходит в четыре этапа (рис.14).

3.4.3. Сертификация систем качества и производств

На рис.14 показаны 4 направления сертификации : продукции, услуг, систем качества и персонала. На международном уровне понятие системы качества получило юридический статус в международных стандартах (МС) ИСО серии 9000 «Управление качеством продукции» в 1987 г. Практически одновременно с разработкой систем качества началась их сертификация.

Число зарубежных компаний, сертифицировавших свои системы качества на соответствие стандартам ИСО серии 9000, насчитывается в мире более 650 тысяч [17]. Такая тенденция связана как с внутренними причинами, побуждающими компании внедрять системы качества, так и с внешними - требования заказчика, повышение конкурентоспособности др.



Рис. 13. Структура Российской системы аккредитации (РОСА)

Объектами проверки и оценки при сертификации системы качества являются:

- деятельность по управлению и обеспечению качества;
- состояние производственной системы;
- качество продукции (услуги).

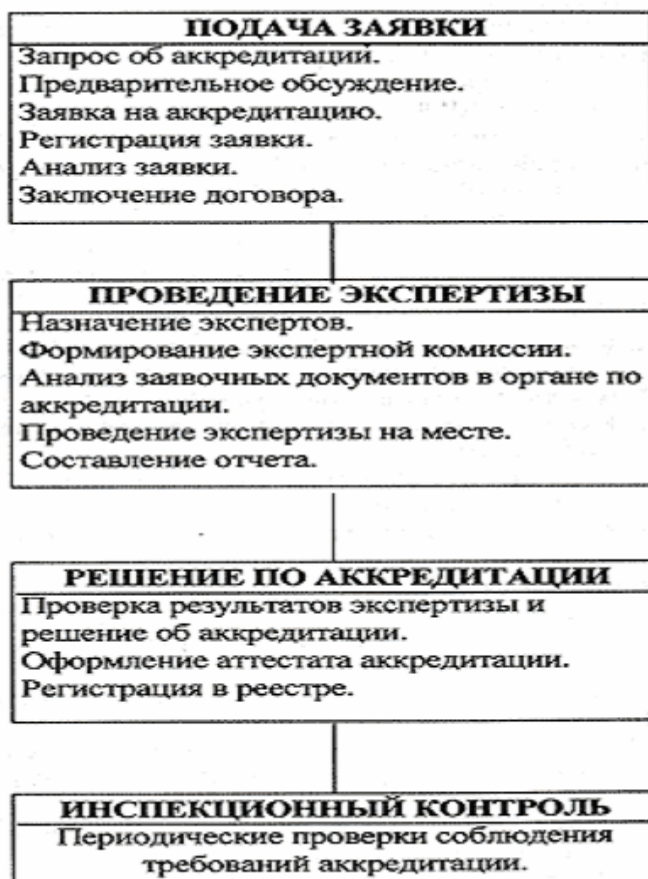


Рис.14. Этапы процесса аккредитации.

3.5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Роль и место сертификации в современной жизни.
2. Чем отличаются схемы и системы сертификации?
3. Какую продукцию маркируют знаком соответствия?
4. В какой последовательности осуществляется процедура подтверждения соответствия?
5. Расшифруйте регистрационный номер сертификата соответствия РОСС 1М. ЛТ 46. В 14593.

Раздел 4. Взаимозаменяемость

При работе с данным разделом предстоит

- 1) Изучить следующие темы:
 - а. единая система допусков и посадок (ЕСДП)
 - б. допуски формы и расположения поверхностей
 - в. шероховатость поверхности
 - г. посадки в типовых соединениях
 - д. выбор методов и средств измерений
 - е. размерные цепи
- 2) Решить задачи № 5 - 9
- 3) Выполнить лабораторные работы № 3 , 4.
- 4) Ответить на вопросы контрольных тестов №12-17

4.1 Основные принципы и теоретическая база стандартизации

Единая система допусков и посадок

Эта тема предполагает ознакомление с основополагающими понятиями, используемыми в ЕСДП и необходимыми для ее изучения. В первую очередь к ним относятся: взаимозаменяемость и ее виды; соединения и их классификация; типы элементов деталей; размеры и их классификация; отклонения; допуск; поле допуска; посадка; группы посадок; системы посадок.

Взаимозаменяемость – свойство независимо изготовленных деталей, сборочных единиц и агрегатов обеспечивать беспрепятственную сборку машин или приборов и выполнять свое служебное назначение без нарушения технических требований к изделию в целом.

Требования взаимозаменяемости определяют: точность сопрягаемых размеров; отклонения формы и расположения поверхностей, волнистость и шероховатость; физико- химические свойства материалов.

Соединение – две детали, элементы которых входят друг в друга.

Сопрягаемые детали – детали, входящие в соединение.

Сопрягаемые поверхности – поверхности соединяемых элементов.

Несопрягаемые поверхности – поверхности тех элементов деталей, которые не входят в соединение с поверхностями других деталей.

Соединения подразделяются по геометрической форме сопрягаемых поверхностей.

Гладкие цилиндрические соединения – это соединения деталей, имеющих сопрягаемые цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением.

Плоские соединения – это соединения деталей, у которых сопрягаемые поверхности каждого элемента – две параллельные плоскости

В соединении двух деталей различают **охватываемую** (внешнюю) и **охватывающую** (внутреннюю) поверхности соединения и соответственно **наружные** (охватываемые) и **внутренние** (охватывающие) элементы деталей.

Вал – термин, условно применяемый для обозначения **наружных** (охватываемых) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения *внутренних* (охватывающих) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Примечания: 1. Термины «отверстие» и «вал» применяются и к несопрягаемым элементам.

2. Существуют элементы, которые нельзя отнести ни к отверстиям, ни к валам (уступы, расстояния между осями отверстий и т. д.)

Размер – числовое значение линейной (угловой) величины в выбранных единицах измерения.

Действительный размер – размер элемента, установленный измерением с допустимой точностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться размер годной детали.

Наибольший предельный размер – больший из двух предельных размеров. Обозначения: D_{\max} для отверстия, d_{\max} для вала.

Наименьший предельный размер – меньший из двух предельных размеров. Обозначения: D_{\min} для отверстия, d_{\min} для вала.

Номинальный размер – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений.

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру
Обозначения: \underline{D} для отверстия, \underline{d} для вала.

Номинальные размеры указываются на чертежах и в нормативно-технической документации.

Верхнее отклонение ES, es – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

Для отверстия $ES = D_{\max} - D$, для вала $es = d_{\max} - d$.

Нижнее отклонение EI, ei – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

Для отверстия $EI = D_{\min} - D$, для вала $ei = d_{\min} - d$.

Основное отклонение – одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), ближайшее к нулевой линии и определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии.

Действительное отклонение – алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Допуск T – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютное значение алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

$T = D_{\max} - D_{\min} = |ES - EI|$ - для отверстий,

$T = d_{\max} - d_{\min} = |es - ei|$ - для валов.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска T и его положением относительно номинального размера.

Допуски для упрощения можно графически изображать в виде схем полей допусков (рис. 15).

Нулевой линией называется линия, которая соответствует номинальному размеру и от которой откладывают отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок.

Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладывают вверх от нее, а отрицательные – вниз.

Поле допуска по отношению к нулевой линии может быть расположено различным образом.

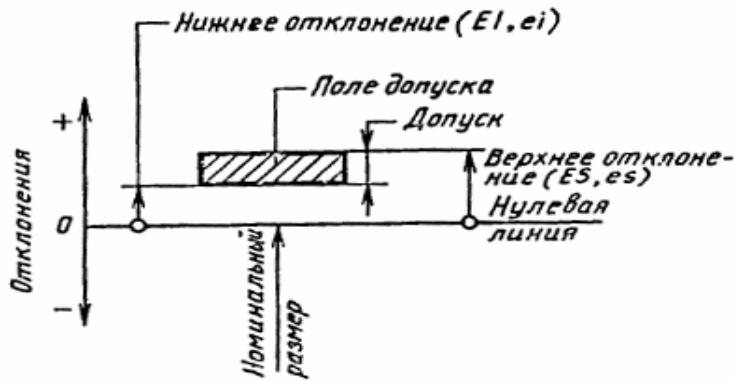


Рис. 15. Поле допуска

Посадка - характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Номинальный размер посадки - номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень их сопротивления взаимному смещению.

Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Зазор (S) – разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

Натяг (N) – разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадки разделяются на три группы: посадки с зазором; посадки с натягом; переходные посадки (рис. 16-18).

Посадка с зазором – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении.

Различают **наибольший** (S_{max}), **наименьший** (S_{min}) и **средний** (S_m) зазоры:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei; S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es; S_m = 1/2(S_{max} + S_{min}).$$

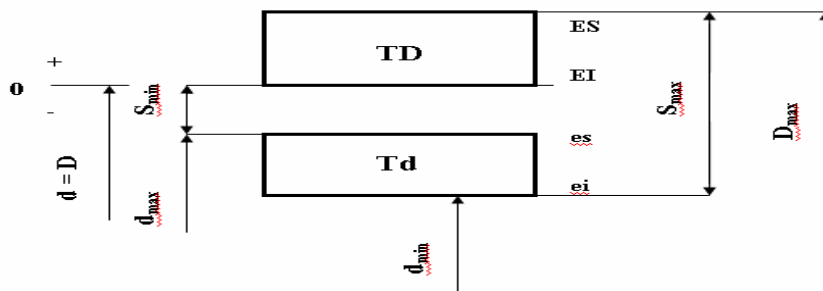


Рис. 16. Схема полей допусков посадки с зазором

Посадка с натягом - посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении

Различают наибольший (N_{max}), наименьший (N_{min}) и средний (N_m) натяги:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI; N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES; N_m = 1/2(N_{max} + N_{min}).$$

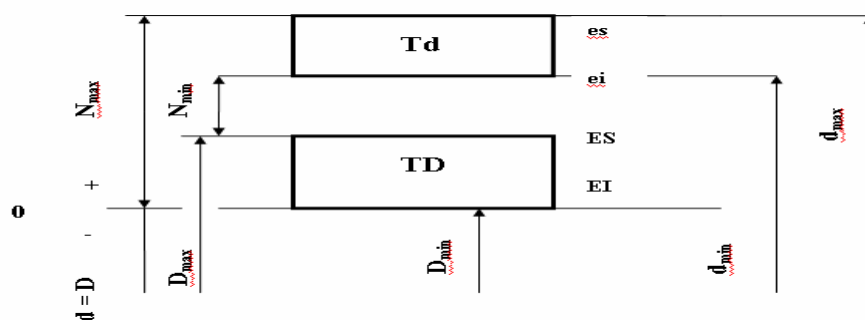


Рис. 17. Схема полей допусков посадки с натягом

Переходные посадки – это посадки, при которых возможно получение как зазоров, так и натягов. В переходных посадках поля допусков отверстия и вала полностью или частично перекрывают друг друга. В переходных посадках различают наименьший зазор и наибольший зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei; N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI$$

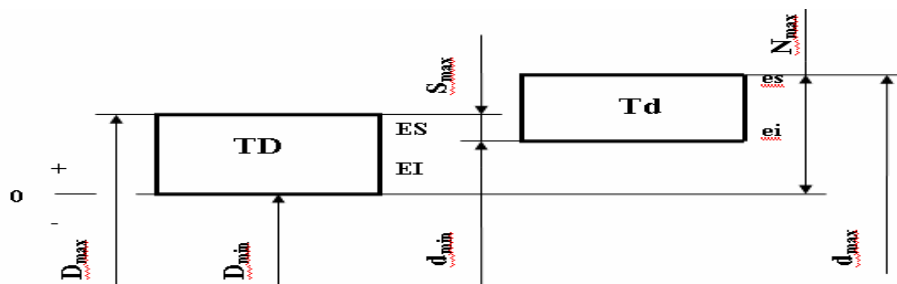


Рис. 18. Схема полей допусков переходной посадки

К основополагающим понятиям ЕСДП относятся системы посадок.

Посадки в системе отверстия – это посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

Посадки в системе вала – это посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю, а поле допуска расположено от нулевой линии вверх, верхнее отклонение равно допуску.

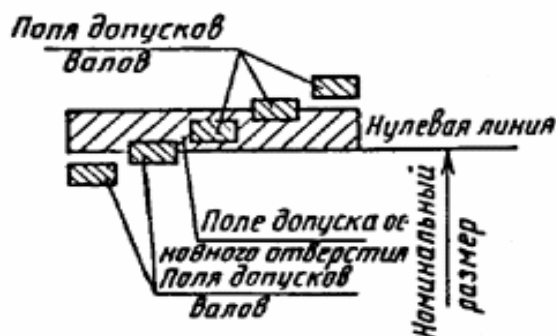


Рис. 19. Образование полей допусков в системе отверстия

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю, а поле допуска расположено от нулевой линии вниз, нижнее отклонение равно величине допуска со знаком минус.



Рис. 20. Образование посадок в системе вала

4.2. Допуски формы и расположения поверхностей

Основными вопросами при изучении данной темы являются:

- основные термины и определения;
- отклонения и допуски формы (ГОСТ24462-81);
- отклонения и допуски расположения поверхностей (ГОСТ24642-83);
- суммарные отклонения и суммарные допуски формы и расположения (ГОСТ 24642-81);

- обозначение на чертежах допусков формы и расположения поверхностей деталей (ГОСТ 2.308-79). Для изучения этой темы следует обратиться к [3], с. 171 - 185.

Нормирование отклонений формы и расположения поверхностей

Допуски формы и расположения регламентируются следующими стандартами:

ГОСТ 24642-81 «ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей.

Основные термины и определения»;

ГОСТ 24643-81 «ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей.

Числовые значения»;

ГОСТ 25069-81 «ОНВ. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей»;

ГОСТ 2.308-79 «Допуски формы и расположения поверхностей. Указания на чертежах».

Термины и определения, относящиеся к основным видам отклонений, допусков формы и расположения поверхностей устанавливает ГОСТ 24642-81 «ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения».

Отклонение формы (Δ)- отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля.

Допуск формы (T) - наибольшее допустимое значение отклонения формы.

Поле допуска формы - область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реального рассматриваемого элемента в пределах нормируемого участка (L). Ширина или диаметр поля допуска определяются значением допуска, а расположение относительно реальной поверхности определяется прилегающим элементом

Количественно отклонение формы оценивается наибольшим расстоянием от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности (профиля) по нормали к прилегающей поверхности (профилю). Прилегающие поверхности и профили аналогичны условиям сопряжения деталей при посадках с нулевым зазором. Для измерения отклонений формы и расположения в качестве прилегающих поверхностей используют рабочие поверхности контрольных плит, интерференционных стекол, линеек, калибров и т. п. Оценить отклонение формы можно как биение расстояния Δ от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности (профиля).

К отклонениям и допускам формы относятся:

- 1. Отклонение от прямолинейности, допуск прямолинейности;**
- 2. Отклонение от плоскостности, допуск плоскостности;**
- 3. Отклонение от круглости, допуск круглости;**
- 4. Отклонение от цилиндричности, допуск цилиндричности;**
- 5. Отклонение и допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности.**

Отклонение расположения - отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Количественно отклонения оцениваются в зависимости от типа отклонений:

- **отклонение от параллельности, допуск параллельности;**
- **отклонение от перпендикулярности, допуск перпендикулярности;**
- **отклонение и поле допуска наклона;**
- **отклонение от соосности, допуск соосности;**
- **отклонение от симметричности, допуск симметричности;**
- **позиционное отклонение и позиционный допуск;**
- **отклонение от пересечения, допуск пересечения осей.**

Примечание. При оценке отклонений расположения отклонения формы рассматриваемых и базовых элементов должны исключаться из рассмотрения. При этом реальные поверхности (профили) заменяются прилегающими, а за оси, плоскости симметрии и центры реальных поверхностей или профилей принимаются оси, плоскости симметрии и центры прилегающих элементов.

Допуск расположения - предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения.

Поле допуска расположения - область в пространстве или заданной плоскости, внутри которой расположен прилегающий элемент или ось, центр, плоскость симметрии в пределах нормируемого участка.

Ширина или диаметр поля допуска определяются значением допуска, а расположение относительно баз определяется номинальным расположением.

Суммарное отклонение формы и взаимного расположения – это отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемой поверхности или рассматриваемого профиля относительно баз.

Суммарный допуск формы и расположения – это предел, ограничивающий допускаемое значение суммарного отклонения формы и расположения.

Поле суммарного допуска формы и взаимного расположения является областью в пространстве или на заданной поверхности, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности или реального профиля в пределах нормируемого участка. Это поле имеет заданное номинальное положение относительно баз.

Основные суммарные отклонения формы и расположения:

- **радиальное биение;**
- **торцевое биение;**
- **биение в заданном направлении;**
- **полное радиальное биение;**
- **полное торцевое биение;**
- **отклонение формы заданного профиля;**
- **отклонение формы заданной поверхности.**

4.3. Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности регламентируется следующими стандартами:

ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики».

ГОСТ 25142-82 «ОНВ. Шероховатость поверхности. Термины и определения».

ГОСТ 2.309-73 «ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей».

ГОСТ 24773-81 «Шероховатость поверхности с регулярным микрорельефом».

Для оценки шероховатости ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» предусматривает следующие численные параметры шероховатости поверхности (табл. 2):

Ra – среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz – высота неровности профиля по десяти точкам;

Rmax – наибольшая высота профиля;

Sm – средний шаг неровностей;

S – средний шаг местных выступов профиля;

tp – относительная опорная длина профиля, где **p** – значение уровня сечения профиля в % от Rmax.

Таблица 2

Средний шаг неровностей	Sm	Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины
Средний шаг неровностей профиля по вершинам	S	Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины
Высота неровностей профиля по десяти точкам	Rz	$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 [H_{i_{max}}] + \sum_{i=1}^5 [H_{i_{min}}] \right)$
Наибольшая высота профиля	Rmax	Расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины
Среднее арифметическое отклонение профиля	Ra	$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i]$
Относительная опорная длина профиля	$t_p = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^n b_i$	Отношение опорной длины профиля к базовой длине

Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 21 (ГОСТ 2.309-73). При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

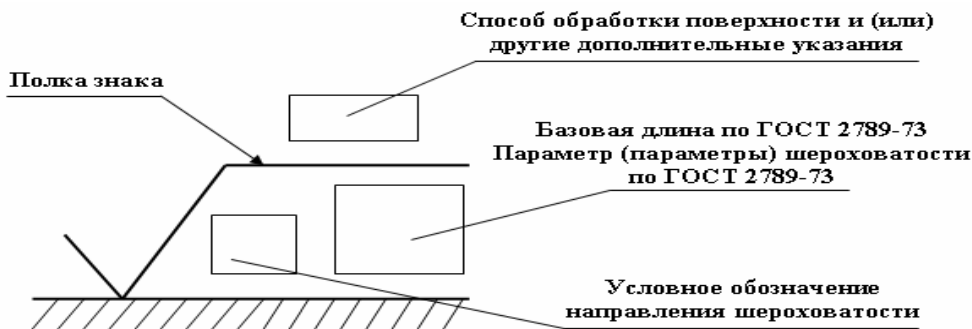


Рис. 21 Структура обозначения шероховатости

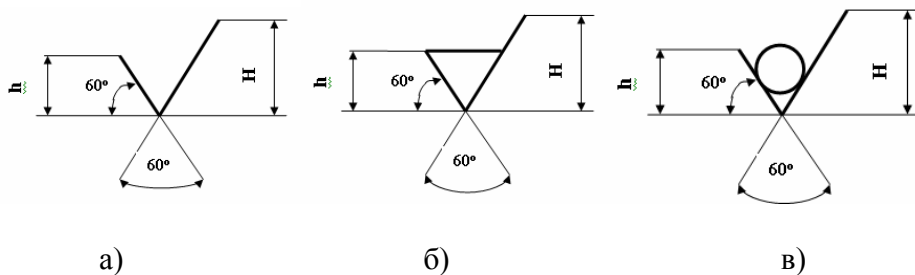


Рис. 22. Обозначение шероховатости поверхности: а) без указания способа обработки; б) при образовании которой обязательно удаление слоя материала; в) при образовании которой осуществляется обработка без удаления слоя материала.

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например:

Ra 0,2, R_{max} 1,6; S_m 0,63; t_{50} 70; S 0,032; Rz 50.

При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

Ra 0,8	Rz 0,10	R_{max} 0,80	t_{50} 70
0,4	0,05	0,32	50

При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:

$\sqrt{Ra\ 0,8}$	$\sqrt{Rz\ 25}$
------------------	-----------------

При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать «min», например:

$\sqrt{Ra\ 0,8\ min}$	$\sqrt{Rz\ 25\ max}$
-----------------------	----------------------

При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2789-73, например:

$Ra\ 1 + 20\ %$; $Rz\ 100 - 10\ %$; $Sm\ 0,63 + 20\ %$; $t_{50}\ 70 \pm 40\ %$ и т. п.

При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке: параметр высоты неровностей профиля, параметр шага неровностей профиля, относительная опорная длина профиля (Рис. 24).

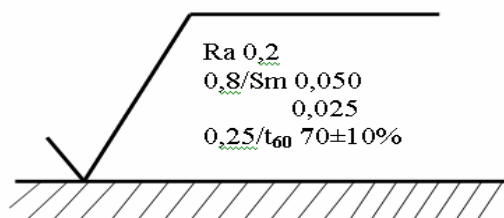


Рис. 23. Пример указания шероховатости поверхности

Из обозначения (рис. 24) следует:

1. Среднее арифметическое отклонение профиля Ra не более $0,2$ мкм на базовой длине $l = 0,25$ мм;
2. Средний шаг неровностей профиля Sm должен находиться в пределах от $0,050$ до $0,025$ на базовой длине $l = 0,8$ мм;
3. Относительная опорная длина профиля на 60% уровне сечения должна находиться в пределах $70 \pm 10\%$ на базовой длине $l = 0,25$ мм.

Базовую длину в обозначении шероховатости для параметров Ra , Rz , $Rmax$ не приводят, если она соответствует указанной в ГОСТ 2789-73 для выбранного значения параметра шероховатости.

4.4. Посадки в типовых соединениях

В число вопросов, определяющих основное содержание этой темы следует включить:

- рассмотрение общих положений и принципов ЕСДП для гладких цилиндрических и плоских соединений;
- интервалы номинальных размеров в ЕСДП;
- стандартизацию допусков в ЕСДП;
- стандартизацию основных отклонений;
- поля допусков и рекомендуемые посадки в ЕСДП, их применение и обозначение на чертежах;
- допуски и посадки типовых соединений (конических, шпоночных, шлицевых, резьбовых), зубчатых передач и др. Для изучения этого материала следует обратиться к [3], гл. 9, 10, 12, 13, 14.

4.4.1. Общие положения

Система допусков и посадок – это закономерно построенная совокупность стандартизованных допусков и предельных отклонений размеров деталей и посадок,

образованных отверстиями и валами, имеющими стандартные предельные отклонения.

Основы ЕСПД установлены в следующих стандартах:

ГОСТ 25346-89 ЕСПД. «Общие положения, ряды допусков и основных отклонений»;

ГОСТ 25347-82 ЕСПД. «Поля допусков и рекомендуемые посадки»;

ГОСТ 25348-82 ЕСПД. «Ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150 мм»;

ГОСТ 25349-82 ЕСПД. «Поля допусков деталей из пластмасс»;

ГОСТ 26179-84 ЕСПД. «Допуски размеров свыше 10000 до 40000 мм».

4.4.2. Интервалы номинальных размеров в ЕСПД

Весь диапазон размеров до 3150 мм разбит на 21 основных и 38 промежуточных интервалов, используемых для определения допусков и предельных отклонений (табл. 4, приложение 1, ГОСТ 25347-89).

Начиная с 250 мм границы основных интервалов приняты по нормальным линейным размерам ряда Ra10, а границы промежуточных по - нормальным линейным размерам ряда Ra20.

Расчет допусков и предельных отклонений для каждого интервала номинальных размеров производится по среднему геометрическому D_n его

граничных значений: $D_n = \sqrt{D_{\text{imin}} * D_{\text{imax}}}$.

Основные интервалы номинальных размеров в диапазоне 1...500 мм.

Св.	1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
До	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500

4.4.3. Стандартизация допусков в ЕСПД

Квалитет - совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

В ЕСПД установлено 20 квалитетов (табл. 4, приложение 1, ГОСТ 25347-89): $_01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18$

Обозначение квалитета IT + № : IT5, IT8...

Значение допуска по квалитету: $T = a i$ где a – безразмерный коэффициент, установленный стандартом для данного квалитета; i – единица допуска, зависящая от номинального размера;

$i = 0,45 (D_n)^{1/3} + 0,001 D_n$ для размеров 1...500 мм;

$I = 0,004D_n + 2,1$ для размеров 500...10 000 мм;

Значения D_n приняты в мм, i, I – в мкм.

Назначение квалитетов и числа единиц допуска в соответствующих квалитетах даны в табл. 3.

Таблица 3

Квалитет	Области применения																			
	Меры длины			Калибры			Размеры сопрягаемых поверхностей									Несопрягаемые размеры				
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	-	-	-	2,7	3,7	5	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

4.4.4. Стандартизация основных отклонений в ЕСДП

Основное отклонение – это одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), которое является ближайшим к нулевой линии.

Для всех полей допусков, расположенных ниже нулевой линии основным является верхнее отклонение. Для всех полей допусков, расположенных выше нулевой линии, основным является нижнее отклонение.

В ЕСДП установлено 28 типов основных отклонений. Каждый тип обозначается латинской малой буквой (одной или двумя), если отклонение относится к валу или большой – если к отверстию:

для валов: a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, js, j, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc.

для отверстий: A, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, JS, J, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC.

Отклонения a...h (A...H) предназначены для образования полей допусков в посадках с зазорами; p ...zc (P...C) – в посадках с натягами, js...n (JS...N) - в переходных посадках (табл. 4).

Буквой h обозначается верхнее отклонение вала, а буквой H – нижнее отклонение отверстия, равные нулю. Эти отклонения приняты для основных валов и для основных отверстий.

Буквами js, JS обозначается симметричное расположение поля допуска, буквами j,J - приближенно симметричное поле допуска. Валы j,js и отверстия J,JS основных отклонений не имеют.

Таблица 4

A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC		
a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc		
Посадки с зазором											Переходные			Посадки с натягом															
Увеличение зазоров											Увеличение натягов																		

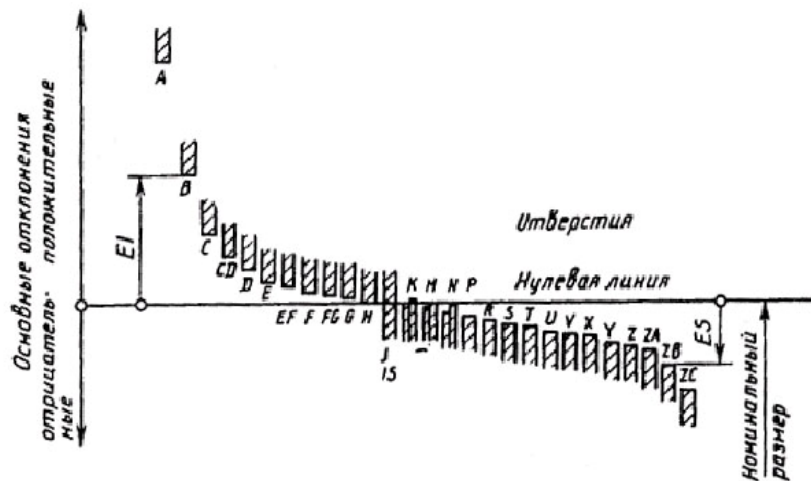


Рис. 24. Расположение основных отклонений отверстий

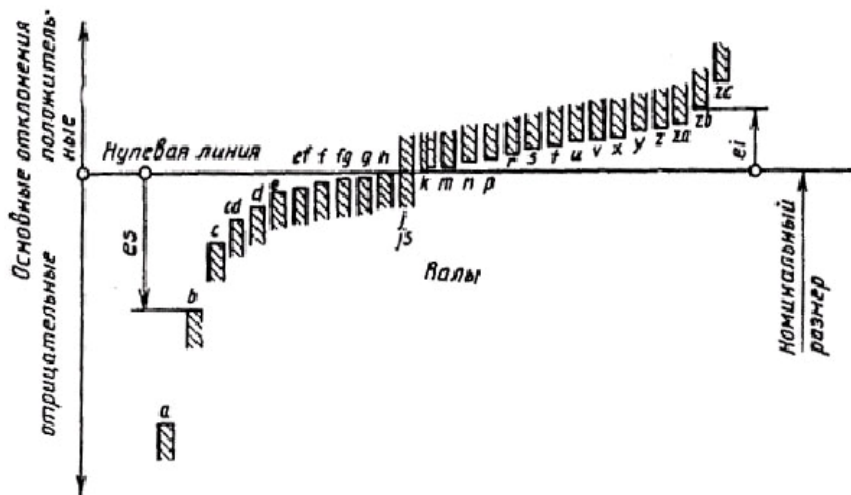


Рис. 25. Расположение основных отклонений валов

4.4.5. Поля допусков и посадки в ЕСДП

Поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием одного из основных отклонений с допуском по одному из квалитетов и обозначается буквой основного отклонения и номером квалитета, например для вала – h8, d9, для отверстия – H8, D9.

В диапазоне от 1 до 500 мм поля допусков сопрягаемых размеров разделены на два ряда:

- основной ряд, на применение которого не налагается никаких ограничений (табл.5 и 6 ГОСТ 25347-82);

- дополнительный ряд ограниченного применения (прил. 3, табл.1 и 2 ГОСТ 25347-82).

Из основного ряда выделен еще более узкий отбор предпочтительных полей допусков, рекомендуемых для первоочередного применения.

Посадки в ЕСДП образуются сочетанием полей допусков отверстия и вала. Они обозначаются в виде дроби или в одну строку после номинального размера сопряжения, причем в числителе или на первом месте дается обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе или на втором месте – поле допуска вала. Например,

$$20 \frac{H7}{f8};$$

$$20 \frac{H7}{f8};$$

$$20H7 - f8.$$

Рекомендации по образованию посадок даны в ГОСТ 25347-82. Посадки при номинальных размерах от 1 до 500 мм указаны в табл. 3 и 4, прил.1. Численные значения отклонений размеров даны в табл. 7 и 8 и в прил. 3, табл. 1 и 2 ГОСТ 25347-82.

Рассмотрим обозначение предельных отклонений на чертежах.

В обозначение поля допуска входит номинальный размер, а затем в соответствии с ГОСТ 2.307-68 – предельные отклонения, которые могут быть указаны на чертежах одним из трех способов:

1. Условными обозначениями полей по ГОСТ 24347-82, т. е. буквой (или двумя) и цифрой – квалитетом:

$$21H8; \quad 18f9; \quad 30is7.$$

2. Числовыми значениями предельных отклонений:

$$21^{+0,021}; \quad 18_{-0,059}^{-0,016}; \quad 30 \pm 0,010.$$

3. Условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений:

$$21H8(^{+0,021}); \quad 18f9(_{-0,059}^{-0,016}); \quad 30js7(\pm 0,010).$$

Отклонения, равные нулю, в обозначениях полей допусков не указываются.

4.5. Выбор методов и средств измерений

Эта тема предполагает ознакомление с основными понятиями в области выбора СИ: их метрологическими характеристиками, последовательностью выбора СИ, пригодных для измерения данного размера, с основополагающими документами, регламентирующими выбор СИ. Следует изучить также следующие средства измерений, их назначение, устройство и метрологические характеристики:

- меры длины, угловые меры;
- универсальные средства измерений (штангенинструменты, микрометрические инструменты);
- измерительные головки (индикаторы, микрокаторы, оптикаторы);
- оптико-механические (опиметры, длинномеры) и оптические (интерферометры, измерительные микроскопы, проекторы) приборы.

Для изучения этой темы следует обратиться к [3], с. 109 – 129.

4.6. Размерные цепи

При изучении данной темы следует обратить внимание на следующие основные вопросы:

- цели размерного анализа;
- термины и определения в области размерных цепей;
- виды размерных цепей и два вида задач, решаемых в размерном анализе;
- методы достижения точности замыкающего звена;
- два основных метода расчета размерных цепей: метод максимума-минимума и вероятностный метод.

Размерные цепи характеризуют взаимосвязь размеров, определяющих относительное положение поверхностей и осей отдельных деталей и сборочных единиц в соответствии с их служебным назначением.

Анализ размерных цепей является дает возможность:

- устанавливать связи между размерами и рассчитывать номинальные размеры, отклонения и допуски размеров в соответствии с техническими требованиями к изделию;
- проверять правильность простановки размеров и предельных отклонений на рабочих чертежах;
- обосновывать последовательность технологических операций при изготовлении и сборке изделий, выбор средств измерений и др.

Рассмотрим основные термины и определения.

Размерной цепью называется совокупность размеров, расположенных по замкнутому контуру и определяющих взаимное положение поверхностей (или осей) одной или нескольких деталей.

Звено размерной цепи – один из размеров, образующих размерную цепь (это могут быть линейный или угловой размеры). Обозначается прописными буквами латинского алфавита с цифровыми индексами.

Замыкающее звено (A_{Δ}) – звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи или получающееся последним в результате ее решения. Обозначается той же буквой с другим (нецифровым) индексом.

Составляющее звено (A_j) – звено размерной цепи, функционально связанное с замыкающим звеном. Обозначается прописными буквами латинского алфавита с цифровыми индексами.

Увеличивающее звено – составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается.

Уменьшающее звено – составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено уменьшается.

При расчете размерных цепей решаются два вида задач.

Прямая задача выполняется при проектном расчете и заключается в том, что по установленным номинальному размеру и предельным отклонениям исходного звена определяют *номинальные размеры, допуски и предельные отклонения всех составляющих звеньев размерной цепи.*

Обратная задача выполняется при проверочном расчете правильности решения прямой задачи и заключается в том, что по установленным

номинальным размерам, допускам и предельным отклонениям составляющих звеньев определяют *номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена*.

Для достижения точности исходного звена используются: метод полной взаимозаменяемости; вероятностный метод; метод групповой взаимозаменяемости; метод пригонки; метод регулирования.

При расчете размерных цепей используются два метода:

- метод максимума – минимума, учитывающий только предельные отклонения составляющих звеньев;
- вероятностный метод, учитывающий законы рассеяния размеров деталей и случайный характер их сочетания при сборке.

При решении прямой задачи методом полной взаимозаменяемости определяют допуск замыкающего звена и, учитывая экономические соображения, связанные с точностью изготовления размеров деталей, входящих в размерные цепи, этот допуск распределяют между составляющими звеньями. Для этого используют следующие способы: способ пробных расчетов (способ попыток); способ равных допусков; способ одного качества. Наиболее распространенным является способ допусков одного качества.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. *Поясните назначение и структуру единой системы допусков и посадок .*
2. *Охарактеризуйте области применения посадок различных групп.*
3. *Перечислите основные нормы взаимозаменяемости.*
4. *Какие параметры характеризуют шероховатость и как они нормируются?*
5. *Какие методы обеспечения точности размерных цепей Вы знаете?*

Раздел 5. Методы, средства и автоматизация измерений

При работе с данным разделом предстоит:

- 1) Изучить следующие темы:
 - а. общие сведения о методах и средствах измерений;
 - б. измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин.
- 3) Выполнить практическое задание № 3
- 4) Выполнить три лабораторные работы № 5, 6, 7
- 5) Решить задачи № 11 –16
- 6) Ответить на вопросы контрольных тестов № 18-21

5.1. Общие сведения о методах и средствах измерений

Информация - сведение, сообщение о каком-либо событии. Измерительная информация – это информация о значениях одной или нескольких физических величин. Материальными носителями информации являются сигналы. Формы представления сигналов, используемых в настоящее время, приведены в разделе 1.1 [10]. Там же приведены сведения о видах хранения информации.

Расширение функциональных возможностей и повышение метрологического уровня средств измерений (СИ) основаны на совершенствовании и развитии методов измерений.

Классическая метрология определяет понятие «метод измерений», во-первых, как логику процедуры сравнения измеряемой величины со значением меры, и, во-вторых, – как организацию процедуры получения результата измерений.

В настоящее время понятие «метод измерений» стали трактовать достаточно широко, однако наибольший интерес в этом отношении представляет определение академика П.П. Орнатского, в котором метод измерений определен как «алгоритм использования операций воспроизведения, сравнения, измерительного преобразования, масштабирования и запоминания с целью получения результата измерений».

Все СИ строятся по двум типовым схемам – прямого преобразования и уравнивающего преобразования. Структурные схемы СИ приведены на рис. 1 и рис. 2 [10].

Схема СИ прямого преобразования позволяет преобразовывать входной сигнал с учетом коэффициентов преобразования отдельных звеньев, соединенных последовательно. Схема СИ уравнивающего преобразования может реализовать полную и неполную компенсации.

Элементами структурных схем являются: первичные и вторичные измерительные преобразователи, компараторы, устройства обработки и регистрации, каналы связи, вспомогательные устройства.

Технические характеристики любого СИ приводятся в соответствующей технической документации к СИ. Среди технических обычно выделяется группа метрологических [10], [12].

Классификация СИ предполагает следующее разбиение: меры, преобразователи, приборы, установки, системы.

Примером однозначной меры ЭДС является нормальный элемент измерительного преобразователя – термомпара (преобразователь температуры в ЭДС); прибора – вольтметр.

Измерительные преобразователи относятся к одной из следующих групп: аналоговые; аналого-цифровые; преобразователи в цифровой форме. Также типовыми измерительными преобразователями являются термосопротивления, шунты, делители напряжения и т. д.

Особое значение имеют измерительные преобразователи электромеханического типа (например, электродинамической, магнитоэлектрической и электромагнитной систем), входящие в состав электромеханических СИ (амперметров, вольтметров, ваттметров,

фазометров, частотометров). В [10] приведены рисунки, поясняющие принципы действия подобных преобразователей.

К особому классу относятся специализированные измерительные преобразователи неэлектрических величин в электрические. В [10] приведены рисунки, поясняющие принципы действия подобных преобразователей, широко используемых в цифровых многофункциональных приборах, измеряющих наряду с напряжением постоянного тока и другие величины – ток, сопротивление, напряжение переменного тока.

Измерительные преобразователи неэлектрических величин в электрические используются при измерениях неэлектрических величин электрическими методами.

К ним относятся пьезоэлектрические преобразователи, термометры сопротивления и др.

В [10] приведены функциональные схемы этих преобразователей (усилия в заряд, температуры в напряжение или частоту). В настоящее время особое значение имеют тензорезисторы, представляющие собой преобразователи механических напряжений и деформаций в элементах конструкций в сопротивление.

При измерении перемещений, размеров, отклонений формы и расположения поверхностей в настоящее время широко используются индуктивные преобразователи перемещений.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и цифроаналоговые (ЦАП) являются неотъемлемой частью автоматических систем контроля, управления и регулирования, входят в состав цифровых измерительных приборов (ЦИП) – вольтметров, осциллографов, анализаторов спектра и т. д., являются важнейшими компонентами различных преобразователей и генераторов и устройств ввода информации в ЭВМ.

В [10] приведены упрощенные структурные схемы типовых ЦАП и АЦП с приведением временных графиков и необходимых пояснений их работы.

Современные цифровые вольтметры универсальны и многопредельны, совместимы со стандартными интерфейсами, могут работать в составе измерительных систем. Обычно они позволяют обеспечить автоматический выбор и определение размерности измеряемых величин, автоматическую калибровку и установку нуля.

Современные информационно-измерительные системы (ИИС) строятся из конструктивно законченных и выпускаемых серийно функциональных узлов, объединенных общим алгоритмом функционирования.

Любое СИ может работать в статическом (установившемся) режиме и в динамическом (при изменении измеряемой величины во времени).

К динамическим метрологическим характеристикам СИ относятся: передаточные функции, амплитудно-частотные и фазовые характеристики (АЧХ и ФЧХ), переходные характеристики.

Автоматизация измерений предполагает включение в состав СИ микропроцессорную систему.

5.2. Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин

5.2.1 Измерение электрических величин

Изучаемые вопросы:

- номенклатура типовых электрических величин;
- особенности использования электромеханических СИ различных типов;
- особенности использования цифровых электронных СИ;
- измерение частотно-временных параметров сигналов.

В практике электрических измерений наиболее часто измеряемые величины следующие: ток, напряжение, количество электричества, энергия, мощность, емкость, индуктивность, сопротивление. Также измеряются частотно-временные параметры сигнала и фазовый сдвиг между током и напряжением.

Особое значение имеют измерения токов и напряжений (постоянного и переменного токов), причем эти типовые величины могут измеряться цифровыми и аналоговыми СИ, что определяется спецификой измерительной задачи.

Часто в измерительной практике применяются электромеханические амперметры и вольтметры магнитоэлектрической системы. При этом для измерений напряжения переменного тока используются детекторы (измерительные преобразователи переменной величины в постоянную). Схемы включения измерительного механизма при однополупериодном и двухполупериодном выпрямлениях пояснены в разделе 5.2 [10]. Сочетание измерительного механизма, схемы выпрямления, шунта или добавочного резистора образует выпрямительный амперметр или вольтметр.

Электромеханические вольтметры и амперметры в большинстве случаев выполняют многопредельными и комбинированными.

Для измерений токов и напряжений выпускаются различные СИ, наиболее обеспеченными являются поддиапазоны единиц мА (мВ) до десятков А (В), а при измерении малых и больших токов возникают трудности.

Наибольшую точность измерений обеспечивают компенсаторы постоянного тока.

Измерение больших постоянных токов осуществляют, как правило, магнитоэлектрическими килоамперметрами с использованием наружных шунтов, а весьма больших токов – с использованием трансформаторов. Для измерений больших постоянных напряжений используют магнитоэлектрические и электростатические киловольтметры.

В [10] приведены основные технические характеристики типовых СИ тока и напряжения.

Переменные токи свыше килоампера и напряжения свыше киловольта измеряют с помощью наружных измерительных трансформаторов тока или напряжения электромеханическими СИ.

Наиболее точные измерения действующих значений синусоидальных токов и напряжений обычно осуществляются электродинамическими приборами, цифровыми электронными приборами и компенсаторами переменного тока.

В настоящее время при измерении токов и напряжений широкое применение находят цифровые СИ.

Принципы действия цифровых вольтметров приведены в разделе 5.2 [10]. Структурные схемы цифрового вольтметра время-импульсного преобразования, интегрирующего двухтактного, циклического и следящего действий пояснены в этом же разделе.

Кроме напряжения и тока в практике электрических измерений также необходимо измерять мощность, энергию и количество электричества.

Для измерения мощности в цепях постоянного и переменного однофазного токов обычно применяют электродинамические и ферродинамические ватметры.

В настоящее время для измерения частоты обычно применяют аналоговые и цифровые частотомеры.

Особое значение имеют цифровые СИ частоты, имеющие ряд достоинств – многофункциональность, высокая точность показаний, автоматизация съема информации и выдачи ее на выходной разъем в цифровом коде. Следовательно, данные мультиметры частотно-временной группы могут быть включены в состав ИИС.

В инженерной практике часто для измерения частотно-временных параметров электрических сигналов применяются электронные осциллографы. Для измерения фазового сдвига между двумя напряжениями одной частоты также может быть применен осциллограф, например двухлучевой.

Анализ спектра электрических сигналов используется для количественной оценки искажений сигнала, нелинейности функции преобразования устройств и т. п. и производится с помощью анализаторов спектра и селективных вольтметров. Измерители коэффициента нелинейных искажений представляют собой специализированные вольтметры.

5.2.2. Измерение магнитных величин

Изучаемые вопросы:

- номенклатура типовых магнитных величин;
- принципы действия СИ.

Для измерений магнитного потока применяют веберметры. В [10] приведена схема фотогальванометрического веберметра, представляющего собой преобразователь магнитного потока в силу тока, с последующей градуировкой шкалы миллиамперметра в единицах магнитного потока (веберах).

Магнитную индукцию необходимо измерять в диапазоне $10^{-4} \dots 10^2$ Тл, а частотный диапазон полей находится в диапазоне 0...20 МГц.

Для измерений магнитной индукции применяют тесламетры. В [10] приведена схема тесламетра с преобразователем Холла и основные технические характеристики серийно выпускаемых веберметров и тесламетров различных типов.

5.2.3. Измерение неэлектрических величин электрическими методами

Изучаемые вопросы:

- номенклатура типовых неэлектрических величин;
- принципы действия СИ.

Типовыми неэлектрическими ФВ, измеряемыми электрическими методами, являются следующие: температура, давление, масса, работа, механические деформации, линейная и угловая скорости, длина, угол, время.

Особое внимание уделяется температуре – физической величине, характеризующей степень нагретости тела. В настоящее время измеряются и другие тепловые величины – тепловой градиент, количество теплоты, тепловой поток, коэффициент теплопередачи, теплопроводность и теплоемкость.

Измерять температуру можно только косвенным путем, основываясь на зависимости от температуры таких физических свойств тел, которые поддаются непосредственному измерению (длина, объем, плотность, термоЭДС, электрическое сопротивление и т. д.). СИ температуры называются термометрами.

В таблице [10] перечислены принципы, положенные в основу СИ температуры.

При измерении температур в широком диапазоне часто применяются термопары (термоэлектрические преобразователи температуры в термоЭДС). Схема автоматической компенсации температуры свободных концов термопары приведена в [10] и пояснен графически принцип введения поправки.

Большое распространение в настоящее время получили автоматические потенциометры, позволяющие контролировать и регулировать температуру.

Их выпускают в виде показывающих и самопишущих СИ, одно- и многоточечных. Класс точности подобных СИ: 0,2; 0,5; 1,0.

Измерение температуры с помощью термопреобразователей сопротивления основано на свойстве металлов и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление с изменением температуры. Медные и платиновые термопреобразователи имеют линейную функцию преобразования температуры в сопротивление, что является их достоинством.

Обычно преобразователи сопротивления включаются в плечо измерительного моста. Особое применение в настоящее время получили автоматические уравновешенные мосты.

При необходимости измерений больших температур используются оптические пирометры. Принцип их действия основан на сравнении спектральной яркости тела со спектральной яркостью источника излучения.

Для измерений геометрических размеров (линейных и угловых) применяются различные измерительные преобразователи (например, индуктивные).

Схема СИ с индуктивным преобразователем для измерений малых перемещений приведена в [10].

Для измерения геометрических размеров часто используют кодирующие преобразователи линейных и угловых перемещений.

Для измерения расстояний (порядка долей микрометра до метров) используют лазерные интерферометры, имеющие точность порядка $0,1 \dots 1 \text{ мкм}$.

Для измерения давления широко используются тензорезисторные манометры.

5.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Приведите примеры форм электрических сигналов..
2. Дайте определение понятию «метод измерений».
3. Каковы особенности измерительно-вычислительных комплексов (ИВК)?
4. Приведите примеры измеряемых электрических величин.
5. Приведите примеры средств измерений электрических величин.
6. В чем особенности работы средств измерений в динамическом режиме?
7. В чем отличие измерительного преобразователя от измерительного прибора?

Раздел 6. Радиоизмерения

При работе с данным разделом предстоит

- 1) Изучить следующие темы:
 - а. измерение тока и напряжения
 - б. генераторы измерительных сигналов (ГИС)
 - в. приборы для наблюдения, измерения и исследования формы сигналов и спектр
 - г. измерение фазового сдвига
 - д. измерение частоты и интервалов времени
 - е. измерение мощности
 - ж. измерение параметров элементов цепей
 - з. измерение параметров цепей сверхвысоких частот (СВЧ)
 - и. измерение характеристик случайных сигналов
 - к. измерение характеристик случайных сигналов
- 2) Выполнить практическое задание № 4,5
- 3) Выполнить три лабораторные работы № 7, 8,9 7
- 4) Решить задачи № 16-18
- 5) Ответить на вопросы контрольных тестов № 22-29

6.1. Измерение тока и напряжения

Изучаемые вопросы:

- включение амперметра и вольтметра в цепь;
- особенности измерения напряжения переменного тока;

- принципы действия и особенности применения налоговых электронных вольтметров;
- принципы действия и особенности применения электромеханических приборов;
- принципы действия и особенности применения аналоговых электронных вольтметров;
- принципы действия и особенности применения цифровых вольтметров.

При измерении напряжения (тока) нужно иметь представление о его размере, частоте сигнала, форме, требуемой точности измерений, а также об особенностях исследуемого объекта (цепи, в которой производится измерение).

Амперметр включается последовательно с нагрузкой электрической цепи, а вольтметр присоединяют параллельно участку цепи, падение напряжения на котором нужно измерить.

В радиотехнике наиболее часто возникает задача измерения напряжения постоянного и переменного токов в достаточно широком диапазоне (мкВ...кВ) в области частот от 0 Гц (напряжение постоянного тока) вплоть до области СВЧ (порядка 1 ГГц).

Задача исследования напряжений переменного тока в радиотехнических цепях усложняется следующими обстоятельствами: напряжение может иметь сложную форму, отличную от синусоидальной (пилообразную, треугольную, последовательность однополярных импульсов прямоугольной формы со скважностью Q), содержать постоянную составляющую (что должно быть учтено при закрытом входе вольтметра, типичном для современных приборов); применяемые вольтметры имеют различные структурные схемы (типа усилитель-детектор или детектор-усилитель), причем используются детекторы разных типов (амплитудные, средневывпрямленного и среднеквадратического значений), а шкалы вольтметров градуируются по-разному (в среднеквадратических значениях напряжения синусоидальной формы, в амплитудных и среднеквадратических значениях напряжения любой формы).

Эти обстоятельства приводят к необходимости осмысления полученного показания вольтметра с целью определения нужного значения исследуемого сигнала.

При проведении измерений в диапазоне частот 0...10кГц напряжения порядка мВ...кВ могут быть измерены с помощью электромеханических вольтметров постоянного и переменного токов.

Однако надо знать, что чувствительность, диапазон частот и величина входного сопротивления подобных аналоговых вольтметров часто не удовлетворяют требованиям измерений напряжений в радиотехнике.

Электронные аналоговые вольтметры имеют ряд достоинств по сравнению с электромеханическими. За счет включения в структурную схему вольтметра ряда электронных блоков (входного устройства и усилителя) стало возможным повышение чувствительности СИ и его входного сопротивления, хотя потребовало применения блока питания.

Цифровые электронные вольтметры получили в последнее десятилетие широкое распространение ввиду возможности получения цифровой информации об измеряемом напряжении в цифровом виде на табло, а также цифрового кода, выводимого на специальный разъем (для ввода на цифрорегистрирующее устройство). Подобные вольтметры могут быть использованы в ИИС.

6.2. Генераторы измерительных сигналов (ГИС)

Изучаемые вопросы:

- Назначение измерительных генераторов;
- Классификация измерительных генераторов;
- Типовые структурные схемы генераторов низких и высоких частот.

ГИС представляют собой источники радиотехнических сигналов определенной формы, частоты и выходного уровня, предназначенные для питания измерительных схем и установок.

Они классифицируются по форме сигналов и по диапазону частот (на подгруппы – ГИС инфранизких, низких, высоких, сверхвысоких частот).

В современных ГИС применяют амплитудную и частотную модуляции синусоидальными сигналами; амплитудную, частотную и фазовую манипуляции и более сложные виды модуляции.

Обобщенная структурная схема ГИС звуковых и ультразвуковых частот содержит следующие основные узлы – задающий RC генератор, усилитель, аттенюатор, выходной согласующий трансформатор. Частота генерируемых колебаний определяется значениями RC - цепи (элементы цепи положительной обратной связи).

Основным узлом ГИС высоких частот является задающий LC – генератор.

ГИС СВЧ вырабатывают сигналы от 1 до 80 ГГц.

ГИС импульсных сигналов являются источниками видеоимпульсов.

Основная форма импульсов прямоугольная, но выпускаются ГИС специальной формы – пилообразной, трапецеидальной и др.

6.3. Приборы для наблюдения, измерения и исследования формы сигналов и спектра

Изучаемые вопросы:

- назначение приборов группы С;
- классификация приборов группы С;
- структурные схемы приборов.

Эта обширная группа приборов позволяет наблюдать форму сигналов (подгруппы: С1 – универсальные электронно-лучевые осциллографы; С7 – скоростные осциллографы; С8 – запоминающие осциллографы; С9 – специальные осциллографы); исследовать спектры сигналов (подгруппы: С4 – анализаторы спектра; С2 – измерители коэффициента амплитудной модуляции; С3 – девиометры).

Типовой прибор – электронно-лучевой осциллограф (ЭО) содержит каналы управления лучом по вертикали и горизонтали. На вход вертикального канала подается исследуемый сигнал. Канал горизонтального отклонения (канал х) вырабатывает напряжение развертки (линейной непрерывной и ждущей). Линейная непрерывная развертка применяется при исследовании периодических сигналов, ждущая – при скважности импульсов более 6 и при исследовании одиночных импульсов.

Основным измерительным преобразователем ЭО является электронно-лучевая трубка с электростатическим формированием и управлением лучом (преобразователь напряжения электрического тока в отклонение луча).

Чувствительность каналов определяется коэффициентами $K_{\text{откл}}$ (В/дел; мВ/дел) отклонения и развертки $K(\frac{\text{мкс}}{\text{дел}}, \frac{\text{мс}}{\text{дел}})$. Их использование позволяет использовать ЭО в качестве вольтметра и периодомера (частотомера).

6.4. Измерение фазового сдвига

Изучаемые вопросы:

- определение фазового сдвига; важность его измерения;
- осциллографические методы измерения фазового сдвига;
- структурные схемы электронных фазометров (аналогового и цифрового).

Фазовым сдвигом φ называется модуль разности аргументов двух гармонических сигналов одинаковой частоты. Он появляется, когда электрический сигнал переходит через цепь, в которой он задерживается.

Многие радиотехнические устройства (радиолокационные, радионавигационные, телевизионные и пр.) характеризуются, наряду с другими параметрами, фазочастотной характеристикой. Фазовая модуляция и манипуляция нередко применяются в аппаратуре телеметрии и связи, и следовательно, измерение сдвига в этих устройствах является определяющим как при настройке, так и при эксплуатации радиоустройств.

Осциллографические методы измерения фазового сдвига (способы линейной, синусоидальной и круговой разверток) используются достаточно часто, но не отличаются точностью измерений.

В настоящее время широкое применение получили электронные фазометры, принцип действия которых основан на преобразовании фазового сдвига в последовательность импульсов прямоугольной формы с выделением постоянной составляющей тока (аналоговые фазометры) или во временной интервал (цифровые фазометры). Постоянная составляющая тока измеряется электромеханическим прибором магнитоэлектрической системы; временной интервал заполняется счетными импульсами, количество которых считается цифровым счетчиком.

К достоинствам цифровых частотомеров относятся цифровой отчет и возможность автоматизации процессов измерений.

6.5. Измерение частоты и интервалов времени

Изучаемые вопросы:

- спектр частот, применяемых для радиосвязи, радиовещания и телевидения;
- методы измерения частоты (метод перезаряда конденсатора, резонансный, гетеродинный, осциллографический, метод дискретного счета);
- принципы действия цифрового частотомера в режимах измерения частотно-временных параметров сигнала.

Спектр частот, применяемых для радиосвязи, радиовещания и телевидения разбит на определенные диапазоны. В радиотехнической практике чаще всего измеряется *частота*, иногда *период* и *длина волны*. Следует отметить, что измерение частоты выполняется с наибольшей точностью по сравнению с другими радиоизмерениями.

Наиболее распространенными являются следующие методы измерений частоты: *перезаряда конденсатора, резонансный, осциллографический, гетеродинный, дискретного счета*.

Наибольшее применение в настоящее время получили цифровые частотомеры, отличающиеся точностью показаний, быстродействием, удобством отсчета и автоматизацией многих операций, а также их многофункциональностью.

6.6. Измерение мощности

Изучаемые вопросы:

- диапазоны измеряемых мощностей в радиотехнических устройствах;
- особенности измерения активной мощности в цепях с током промышленной частоты;
- особенности измерения импульсной мощности;
- особенности измерения поглощаемой и проходящей мощности.

Пределы измеряемых мощностей в радиотехнических устройствах широки – от 10^{18} до 10^9 Вт.

В цепях *постоянного тока* мощность, потребляемая нагрузкой, определяется произведением тока и напряжения, и она может быть измерена с помощью типовых СИ: амперметра, вольтметра, а также электродинамического ваттметра.

В цепях переменного синусоидального тока различают активную (среднюю за период T) мощность и реактивную мощность.

Наиболее часто в цепях с током промышленной частоты активная мощность измеряется с помощью электродинамического ваттметра.

В цепях высокой и сверхвысокой частоты (СВЧ) обычно измеряется импульсная мощность, связанная известным соотношением со средним значением мощности.

В диапазоне СВЧ обычно измеряют поглощаемую нагрузкой мощность или мощность, проходящую к нагрузке, что осуществляется с помощью ваттметров поглощаемой и проходящей мощности.

6.7. Измерение параметров элементов цепей

Изучаемые вопросы:

- измеряемые параметры элементов цепей;
- методы измерений параметров элементов цепей;
- особенности применения цифровых измерителей.

Резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности характеризуются основными и паразитными (сопутствующими) параметрами. К основным параметрам элементов цепей относятся: сопротивление резистора R электрическому току; емкость C конденсатора; индуктивность L катушки индуктивности. К паразитным параметрам относятся, например, индуктивность проводов обмотки (для проволочных резисторов); индуктивность пластин и выводы, а также сопротивление потерь (для конденсаторов); сопротивление потерь и собственная емкость (для катушек индуктивности).

Основными методами измерений параметров элементов цепей являются методы: вольтметра и амперметра; мостовой; резонансный; дискретного счета.

6.8. Измерение параметров цепей сверхвысоких частот (СВЧ)

Изучаемые вопросы:

- измеряемые параметры цепей СВЧ;
- применение измерительной линии;
- автоматические измерители параметров цепей СВЧ.

К измеряемым параметрам цепей СВЧ относятся: коэффициенты стоячей и бегущей волн, полные сопротивления, длина волны в волноводе, потери в длинных линиях, добротность колебательных цепей.

Источник СВЧ-мощности соединен с нагрузкой (потребителем) линией передачи, по которой распространяется электромагнитная энергия. *Измерительной линией* называется устройство для получения картины распределения электрического поля вдоль линии передачи. В зависимости от диапазона частот измерительные линии выполняются *коаксиальными, полосковыми и волноводными*.

Любая измерительная линия состоит из двух главных частей: основной линии и индикаторной головки. В качестве основной линии используется отрезок соответствующей стандартной линии длиной около трех длин волн рабочего диапазона.

Выпрямленный ток измеряется микроамперметром, он пропорционален напряженности электрического поля в сечении основной линии, где в данный момент установлен зонд. В результате по точкам можно построить график распределения напряженности поля вдоль основной линии.

Практически с помощью измерительных линий можно измерить все параметры цепей СВЧ.

В настоящее время выпускается ряд типовых автоматических измерителей параметров цепей СВЧ – коэффициента стоячей волны (КСВ).

6.9. Измерение характеристик случайных сигналов

Изучаемые вопросы:

- основные характеристики случайных сигналов;
- средства измерения характеристик случайных сигналов.

Определение и классификация случайных сигналов приведены в [11].

К основным измеряемым характеристикам случайных сигналов относятся: корреляционная функция, энергетический спектр, моменты первого и второго порядков.

Для измерения корреляционных функций применяют коррелометры.

Структурная схема аналогового коррелометра приведена в [11].

Энергетический спектр случайного сигнала измеряют методом фильтрации или корреляции. Оба метода описаны в [11].

6.10. Автоматизация измерений

Изучаемые вопросы:

- преимущества, которые дает применение микропроцессорной техники с средствах измерений;
- примеры применения микропроцессорной техники.

Доказано, что включение микропроцессорной техники в составе СИ позволяет существенно повысить точность показаний, расширить функциональные возможности средств измерений, автоматизировать важнейшие операции, что упрощает управление работой, повысить быстродействие и надежность измерений. Особенно возросло значение микропроцессорной техники при разработке ИВК (измерительно-вычислительных комплексов).

Примерами подобного применения являются современные цифровые приборы: частотомеры, вольтметры и осциллографы, структурные схемы и описание принципа работы которых приведены [11].

6.11. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. *В чем заключаются особенности измерений характерных значений напряжений сложной формы?*
2. *Перечислите достоинства цифровых вольтметров.*
3. *Автоматизация каких измерительных процессов возможна в цифровых приборах?*
4. *Каковы особенности измерений частотно-временных параметров сигналов в широком частотном диапазоне?*
5. *Приведите примеры цифровых частотомеров.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, Вы закончили работу над курсом «Метрология, стандартизация и сертификация». Теперь Вы имеете представление о перспективах развития этих направлений деятельности в России и за рубежом.

Вы знаете основные понятия, нормативно-правовые основы метрологии, стандартизации, сертификации, взаимозаменяемости, методов и средств автоматизации измерений, радиоизмерений. Имеете навык обработки результатов измерений, знаете классификацию стандартов, можете правильно выбрать систему и схему сертификации, овладели системой допусков и посадок. Получили основные сведения об электрических измерениях и радиоизмерениях.

Все эти знания, умения и навыки потребуются в Вашей профессиональной деятельности.

Желаем Вам дальнейших успехов!

ГЛОССАРИЙ

Раздел 1

Аттестация методик (методов) измерений – исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

Ввод в эксплуатацию средств измерений – документально оформленная в установленном порядке готовность средств измерений к использованию по назначению.

Государственный метрологический надзор – контрольная деятельность в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, осуществляемая уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и заключающаяся в систематической проверке соблюдения установленных законодательством Российской Федерации обязательных требований, а также в применении установленных законодательством Российской Федерации мер за нарушения, выявленные во время надзорных действий.

Государственный первичный эталон единицы величины – государственный эталон единицы величины, обеспечивающий воспроизведение, хранение и передачу единицы величины с наивысшей в Российской Федерации точностью, утверждаемый в этом качестве в установленном порядке и применяемый в качестве исходного на территории Российской Федерации.

Государственный эталон единицы величины – эталон единицы величины, находящийся в федеральной собственности.

Единица величины – фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин.

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Измерение – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

Испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа – работы по определению метрологических и технических характеристик однотипных стандартных образцов или средств измерений.

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

Методика (метод) измерений – совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

Метрологическая служба – организующее, и (или) выполняющее работы по обеспечению единства измерений, и (или) оказывающее услуги по обеспечению единства измерений структурное подразделение центрального аппарата федерального органа исполнительной власти и (или) его территориального органа, юридическое лицо или структурное подразделение юридического лица либо объединения юридических лиц, работники юридического лица, индивидуальный предприниматель.

Метрологическая экспертиза – анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе. Метрологическая экспертиза проводится в обязательном (обязательная метрологическая экспертиза) или добровольном порядке.

Метрологические требования – требования к влияющим на результат и показатели точности измерений характеристикам (параметрам) измерений, эталонов единиц величин, стандартных образцов, средств измерений, а также к условиям, при которых эти характеристики (параметры) должны быть обеспечены.

Обязательные метрологические требования – метрологические требования, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и обязательные для соблюдения на территории Российской Федерации.

Передача единицы величины – приведение единицы величины, хранимой средством измерений, к единице величины, воспроизводимой эталоном данной единицы величины или стандартным образцом.

Проверка средств измерений (далее также - проверка) – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

Прслеживаемость – свойство эталона единицы величины или средства измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений.

Прямое измерение – измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средств измерений.

Сличение эталонов единиц величин – совокупность операций, устанавливающих соотношение между единицами величин, воспроизводимых эталонами единиц величин одного уровня точности и в одинаковых условиях.

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений.

Стандартный образец – образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала).

Технические системы и устройства с измерительными функциями – технические системы и устройства, которые наряду с их основными функциями выполняют измерительные функции.

Технические требования к средствам измерений – требования, которые определяют особенности конструкции средств измерений (без ограничения их технического совершенствования) в целях сохранения их метрологических характеристик в процессе эксплуатации средств измерений, достижения достоверности результата измерений, предотвращения несанкционированных настройки и вмешательства, а также требования, обеспечивающие безопасность и электромагнитную совместимость средств измерений

Тип средств измерений – совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

Тип стандартных образцов – совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации.

Утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений – документально оформленное в установленном порядке решение о признании соответствия типа стандартных образцов или типа средств измерений метрологическим и техническим требованиям (характеристикам) на основании результатов испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа.

Фасованные товары в упаковках – товары, которые упаковываются в отсутствие покупателя, при этом содержимое упаковки не может быть изменено без ее вскрытия или деформирования, а масса, объем, длина, площадь или иные величины, определяющие количество содержащегося в упаковке товара, должны быть обозначены на упаковке.

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

Раздел 2

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

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

Национальный стандарт - стандарт, принятый национальным органом по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей.

Международный стандарт - стандарт, принятый Международной организацией по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей.

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

Техническое регулирование - правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

Технический регламент - документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или межправительственным соглашением, заключенным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Правила (ПР) – это документ в области стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и каталогизации, устанавливающий обязательные для применения организационно-технические и общетехнические положения,

порядки (правила процедуры), методы (способы, приемы) выполнения работ по определенным направлениям, а также обязательные требования к оформлению их результатов.

Рекомендации (Р) – документ в области стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации, содержащий добровольные для применения организационно-технические положения, порядки (правила процедуры), методы (способы, приемы) выполнения работ по определенным направлениям, а также рекомендуемые правила оформления их результатов.

Унификация - рациональное сокращение видов, типов и размеров изделий одинакового функционального назначения.

Раздел 3

Общие понятия оценки соответствия

Соответствие - соблюдение заданных требований к продукции, работе (процессу) или услуге.

Оценка соответствия - любая деятельность, связанная с прямым или косвенным определением того, что соответствующие требования выполняются.

ПРИМЕЧАНИЕ — Типичными примерами деятельности по оценке соответствия являются отбор образцов, испытания и контроль; процедура оценивания соответствия, проверка и подтверждение соответствия (декларация поставщика о соответствии, сертификация); регистрация, аккредитация и утверждение, а также сочетание этих видов деятельности.

Орган по оценке соответствия - орган, проводящий оценку соответствия.

Система оценки соответствия - система, располагающая собственными правилами выполнения работ и правилами управления для осуществления оценки соответствия.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Системы оценки соответствия могут действовать, например, на национальном, региональном или международном уровнях.
2. Типичными примерами систем оценки соответствия являются системы испытаний, системы контроля, системы сертификации.

Система оценки соответствия однородной продукции - система оценки соответствия, относящаяся к определенной продукции, работам (процессам) или услугам, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила и та же самая процедура.

ПРИМЕЧАНИЕ. В некоторых странах применяются термины “программа” и “схема” для выражения того же понятия, что и “система”

Доступ к системе оценки соответствия - возможность для соискателя получить оценку соответствия согласно правилам системы

Участник системы оценки соответствия - орган по оценке соответствия, действующий согласно правилам данной системы, без предоставления возможности участия в управлении системой.

Член системы оценки соответствия - орган по оценке соответствия, действующий согласно правилам данной системы с предоставлением возможности участия в управлении системой.

Третья сторона - лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

ПРИМЕЧАНИЕ. Участвующие стороны представляют, как правило, интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона).

Регистрация - процедура, посредством которой какой-либо орган фиксирует соответствующие признаки продукции, работы (процесса) или услуги, или особенности органа или лица в соответствующем общедоступном перечне.

Аккредитация - процедура, посредством которой авторитетный орган официально признает компетентность органа или лица выполнять конкретные работы.

Отношения на основе взаимности - двусторонние отношения, при которых обе стороны имеют одинаковые права и обязанности по отношению друг к другу.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Отношения на основе взаимности могут иметь место в рамках многостороннего соглашения, представляющего сеть двусторонних взаимных отношений.
2. Хотя права и обязанности сторон одинаковы, возможности, вытекающие из них, могут быть различными. Это может привести к неэквивалентным отношениям между сторонами.

Режим равного благоприятствования - режим, действующий для продукции, работ (процессов) или услуг, предоставляемых одной стороной, и являющийся не менее благоприятным, чем режим, действующий для

аналогичных продукции, работ (процессов) или услуг, предоставляемых в сопоставимой ситуации другой стороной.

Национальный режим - режим, действующий для продукции, работ (процессов) или услуг, предоставляемых другими странами, и являющийся не менее благоприятным, чем режим, действующий для аналогичных национальных продукции, работ (процессов) или услуг, предоставляемых в сопоставимой ситуации.

Национальный режим равного благоприятствования - режим, действующий для продукции, работ (процессов) или услуг, предоставляемых другими странами, и являющийся не менее благоприятным, чем режим, действующий для аналогичных продукции, работ (процессов) или услуг, предоставляемых в сопоставимой ситуации как на национальном уровне, так и предоставляемых в любой другой стране.

ПРИМЕЧАНИЕ. Определение характеристик продукции, работы (процесса) или услуги может также осуществляться путем, отличным от испытаний, таким, как визуальные или другие виды наблюдений, автоматическое измерение или аудиторская проверка.

Испытание - техническая операция, заключающаяся в определении одной или нескольких характеристик данной продукции, работы (процесса) или услуги в соответствии с установленной процедурой.

Проведение испытаний - действие по проведению одного или нескольких испытаний.

Метод испытаний - установленная техническая процедура проведения испытания.

Протокол испытания - документ, содержащий результаты испытания и другую информацию, относящуюся к испытанию.

Испытательная лаборатория - лаборатория, которая проводит испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ. Термин “испытательная лаборатория” может использоваться в значении юридического или технического органа.

Проверка (лаборатории) на качество проведения испытаний - определение способности данной лаборатории проводить испытания посредством межлабораторных сравнительных испытаний.

Процедура оценивания соответствия

Процедура оценивания соответствия - систематическое выполнение работы по оцениванию степени соответствия продукции, работы (процесса) или услуги заданным требованиям.

Контроль - процедура оценивания соответствия путем наблюдения и выводов, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой.

Контролирующий орган - орган, осуществляющий контроль.

Испытания на соответствие - процедура оценивания соответствия путем проведения испытаний.

Испытания типа - испытания на соответствие продукции на основе одного или нескольких представительных образцов данной продукции.

Инспекционный контроль - процедура оценивания соответствия с целью определения, что продукция, работа (процесс) или услуга продолжают соответствовать заданным требованиям.

Подтверждение соответствия

Подтверждение соответствия - деятельность, результатом которой является документальное свидетельство, дающее уверенность в том, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствуют заданным требованиям.

ПРИМЕЧАНИЕ. Применительно к продукции данное свидетельство может быть в виде документа, этикетки или другого эквивалентного средства. Оно может быть также напечатано в/или приложено к сообщению, каталогу, счету, руководству пользователя и другой документации на продукцию.

Декларация поставщика о соответствии - процедура, посредством которой поставщик документально удостоверяет, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствуют заданным требованиям.

ПРИМЕЧАНИЕ. Во избежание путаницы не следует использовать термин "самосертификация".

Сертификация - процедура, посредством которой третья сторона документально удостоверяет, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствуют заданным требованиям.

Орган по сертификации - орган, проводящий сертификацию.

ПРИМЕЧАНИЕ. Орган по сертификации может сам проводить испытания на соответствие и контроль или же осуществлять надзор за этой деятельностью, проводимой по его поручению другими органами.

Лицензия (по сертификации) - документ, выданный в соответствии с правилами системы **сертификации**, посредством которого орган по сертификации наделяет лицо или орган правом использовать сертификаты или знаки соответствия для своей продукции, работ (процессов) или услуг согласно правилам соответствующей системы сертификации.

Лицензиат (по сертификации) - лицо или **орган**, которому орган по сертификации выдал лицензию (по сертификации).

Сертификат соответствия - документ, выданный в соответствии с правилами системы сертификации и удостоверяющий то, что должным образом идентифицированная продукция, работа (процесс) или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Знак соответствия (по сертификации) - защищенный в установленном порядке знак, применяемый или выданный в соответствии с правилами системы сертификации и указывающий, что соответствующая продукция, работа (процесс) или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Утверждение и соглашение по признанию

Утверждение - разрешение на выход продукции, работы (процесса) или услуги на рынок или на их использование по заданному назначению или в заданных условиях.

Утверждение типа - утверждение продукции на основе испытания **типа**.

Соглашение по признанию - соглашение, основанное на принятии одной стороной результатов, представленных другой стороной, полученных в результате применения одного или нескольких определенных функциональных элементов системы оценки соответствия.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Типичными примерами соглашений по признанию являются соглашения по проведению испытаний, соглашения по контролю и сертификации.

2. Соглашения по признанию могут быть приняты на национальном, региональном или международном уровнях.

3. Соглашение, сводящееся к заявлению об эквивалентности процедур без признания результатов, не подходит под приведенное выше определение.

Одностороннее соглашение - соглашение по признанию, которое включает принятие одной стороной результатов работы другой стороны.

Двустороннее соглашение - соглашение по признанию двух сторон, которое включает принятие каждой стороной результатов работы другой стороны.

Многостороннее соглашение - соглашение по признанию, которое включает взаимное принятие результатов работы более чем двух сторон.

Аккредитация органов по оценке соответствия и отдельных лиц

Система аккредитации - система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для осуществления аккредитации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Аккредитация органов по оценке соответствия обычно является положительным результатом аттестации с последующим надзором.

Орган по аккредитации - орган, который управляет системой аккредитации и проводит аккредитацию.

Аккредитованный орган - орган, прошедший аккредитацию.

Критерии аккредитации - совокупность требований, используемых органом по аккредитации, которым должен удовлетворять орган по оценке соответствия для того, чтобы быть аккредитованным.

Раздел 4

Взаимозаменяемость - свойство независимо изготовленных деталей, сборочных единиц и агрегатов обеспечивать беспрепятственную сборку машин или приборов и выполнять свое служебное назначение без нарушения технических требований к изделию в целом.

Гладкие цилиндрические соединения – это соединения деталей, имеющих сопрягаемые цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением.

Плоские соединения – это соединения деталей, у которых сопрягаемые поверхности каждого элемента – две параллельные плоскости.

Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Размер – числовое значение линейной (угловой) величины в выбранных единицах измерения.

Действительный размер – размер элемента, установленный измерением с допустимой точностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться размер годной детали.

Наибольший предельный размер – больший из двух предельных размеров.

Наименьший предельный размер – меньший из двух предельных размеров. Обозначение: D_{\min} для отверстия, d_{\min} для вала.

Номинальный размер – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений.

Верхнее отклонение ES, es – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

Для отверстия $ES = D_{\max} - D$, для вала $es = d_{\max} - d$.

Нижнее отклонение EI, ei – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

Для отверстия $EI = D_{\min} - D$, для вала $ei = d_{\min} - d$.

Основное отклонение – одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), ближайшее к нулевой линии и определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии.

Действительное отклонение – алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Допуск T – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютное значение алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска T и его положением относительно номинального размера.

Посадка - характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

Посадка с зазором – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении.

Посадка с натягом - посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении

Переходные посадки – это посадки, при которых возможно получение как зазоров, так и натягов.

Посадки в системе отверстия – это посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

Посадки в системе вала – это посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала.

Система допусков и посадок – это закономерно построенная совокупность стандартизованных допусков и предельных отклонений размеров деталей и

посадок, образованных отверстиями и валами, имеющими стандартные предельные отклонения.

Квалитет - совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Отклонение формы - отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля.

Отклонение расположения - отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Суммарное отклонение формы и взаимного расположения – это отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемой поверхности или рассматриваемого профиля относительно баз.

Независимый допуск – допуск взаимного расположения или формы, числовое значение которого постоянно для всей совокупности деталей и который не зависит от действительных размеров рассматриваемых поверхностей или профилей.

Зависимый допуск расположения или формы – это переменный допуск, минимальное значение которого указывают на чертеже или в технических требованиях и которое допускается превышать на величину дополнительного допуска, соответствующую отклонению действительного размера поверхности детали от предела максимума материала (наибольшего предельного размера вала или наименьшего предельного размера отверстия).

Шероховатость – ряд чередующихся выступов и впадин, сравнительно малых размеров.

Волнистость поверхности - совокупность периодически повторяющихся неровностей, у которых расстояние между смежными возвышенностями или впадинами превышает базовую длину.

Размерная цепь – совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур.

Замыкающий размер – размер, который получается последним в процессе обработки детали, сборки узла или измерения.

Составляющее звено – звено размерной цепи, изменение которого вызывает изменение замыкающего звена.

Метод полной взаимозаменяемости – метод обеспечения точности замыкающего звена, при котором точность его обеспечивается при любом сочетании размеров составляющих звеньев.

Метод неполной взаимозаменяемости – метод обеспечения точности замыкающего звена, при котором точность его обеспечивается не при любом сочетании размеров составляющих звеньев, а только при ранее обусловленной части сочетаний размеров составляющих звеньев.

3.3. Методические указания к выполнению лабораторных работ

Указания к выполнению лабораторных работ представлены в следующих источниках, входящих в состав УМК:

1. Метрология, стандартизация и сертификация. Метрология и радиоизмерения: метод. указ. к выполнению лабораторных работ. – СПб.: СЗТУ, 2005 – 65 с.
2. Взаимозаменяемость и технические измерения: метод. указ. к выполнению лабораторных работ. – СПб.: СЗТУ, 2005 – 67 с.

3.4. Методические указания к проведению практических занятий

3.6.1. Методические указания к проведению практических занятий по разделу 1. «Метрология»

Практические занятия по разделу 1. «Метрология» проводятся в соответствии с методической разработкой кафедры метрологии: Практикум по метрологии. Основы теории измерений: метод. указ. к лабораторным работам (практ. занятиям). – СПб.: СЗТУ, 2004.

3.6.2. Методические указания к проведению практических занятий по разделу 5 и 6

Тема 1. Выбор и оценка статических метрологических характеристик измерительного преобразователя электрической величины.

Цель занятия

Ознакомление с ГОСТ 8.009-84.ГСИ. «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» и получение практических навыков их использования в инженерной деятельности.

Задание

Составить таблицу основных метрологических характеристик аналогового измерительного преобразователя и выбрать из них статические характеристики. Для своего варианта из таблицы взять аналитическое выражение для функции преобразования аналогового преобразователя и представить ее графически.

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Функция преобразования	$U_{вых} = U_{вх} \cdot R1 / R2$					$I_{вых} = U_{вх} \cdot (R2 / R1 \cdot R3)$				
Значение	$R1 = 5,1 \text{ кОм}; R2 = 10 \text{ кОм}; R3 = 20 \text{ кОм}$ $U_{вх} = 1 \text{ В}$									

Тема 2. Выбор средства измерений электрической физической величины или параметра электрического сигнала

Цель занятия

Получение практических навыков выбора средства измерений электрической величины или параметра электрического сигнала (его частоты).

Задание

В соответствии с таблицей выбрать средство измерений.

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Физическая величина	Напряжение переменного тока			Напряжение постоянного тока			Частота электрического сигнала			
Размер	1В	10В	100В	5В	0,1В	50В	50 Гц	500 Гц	5 кГц	10 кГц
Частота, кГц	0,2	1	10							
Относительная погрешность результата измерений, % не более	± 2	± 0,5	± 0,5	± 0,2	± 0,5	± 2,5	± 0,5	± 1,0	± 0,1	± 0,2

4. Блок контроля освоения дисциплины

Общие указания

Блок контроля освоения дисциплины включает:

1. Методические указания к выполнению контрольной работы

Контрольная работа состоит из 18 задач. Порядок выбора индивидуальных заданий указан в «Методических указаниях к выполнению контрольной работы».

2. Блок тестов текущего (тренировочного) контроля

Приводятся тесты текущего контроля по каждому из основных разделов дисциплины. Они предлагаются студентам в качестве тренировочных (репетиционных). Правильность ответов можно проверить по прилагаемой таблице. Завершив работу с тренировочным тестом по теме, студент получает у своего тьютора аналогичный контрольный тест. Время ответа и число попыток ответа для контрольного теста ограничены.

3. Блок контрольных тестов

Блок включает аналогичные по структуре (числу ответов) тесты. Ответы на эти вопросы оценивает с помощью балльно-рейтинговой системы преподаватель. Успешность ответов на эти тесты свидетельствует о степени подготовки студента. После завершения работы с тренировочным тестом по разделу студент получает у своего тьютора аналогичный контрольный тест. Время ответа и число попыток ответа для контрольного теста ограничены.

4. Блок итогового контроля

Семестр завершается сдачей экзамена с использованием тестов или экзаменационных вопросов для студентов всех специальностей. Однако в связи

с имеющимися отличиями в программе обучения, предлагаются примеры двух контролирующих тестов:

- первый - для студентов, изучающих 5 разделов курса и
- второй – для студентов, изучающих 6 разделов.

Контрольные тесты студент получает на учебном сайте. Время и число попыток ответа ограничены.

4.1. Методические указания к выполнению контрольной работы

В табл. 1 приведены номера задач (в соответствии со специальностью), которые необходимо выполнить в контрольной работе.

- 1-2 задачи – по разделу «Метрология»;
- 3-9 задачи – по разделам «Стандартизация» и «Взаимозаменяемость»;
- 10 задача – по разделу «Сертификация»;
- 11-18 задачи – по разделам «Методы, средства и автоматизация измерений» и «Радиоизмерения».

(Примеры решения задач № 1, 3, 5, 6, 7, 9, 10 приведены в конце раздела).

Таблица 1

Шифр специальности	К-во часов (очная форма)	№ к\р	Номер задачи																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
151001.65	119	1 2	x	x	x							x								
						x	x	x	x	x	x									
190205.65	110	1	x	x	x	x						x								
200101.65	100	1	x	x	x	x						x								
200101.65	100							x	x	x	x	x								
150202.65	119	1	x		x			x	x			x	x							
210201.65	130	1	x		x			x	x			x	x							
190701.65	122	1	x		x			x	x			x	x							
190601.65	100																			
220301.65	130	1	x		x			x	x			x	x							
261001.65	70	1	x	x	x	x														
150501.65	136	1	x	x	x	x							x							
200402.65	120	1	x	x	x	x							x							
240401.65	68	1	x	x	x	x														
240301.65	68	1	x	x	x	x														
280202.65	85	1	x	x	x	x														
140211.65	72	1	x	x	x	x														
140101.65	72	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
140104.65	72	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
140601.65	70	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
140602.65	70	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
210106.65	130	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
220201.65	130	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
230101.65	110	1	x		x									x	x	x	x	x	x	
210302.65	100	1	x		x									x				x	x	x

Контрольная работа является формой текущего контроля знаний студентов. Цель ее состоит в проверке знаний, умений и навыков, полученных при изучении курса «Метрология, стандартизация и сертификация»; определении готовности будущего инженера к решению повседневных производственных задач и решению вопроса о допуске к экзамену по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Варианты задач выбираются по двум последним цифрам или последней цифре шифра (см. таблицы исходных данных). При выполнении задачи 7,8,9 используется один из рис. 7...16, номер которого выбирается по последней цифре шифра (нулю соответствует рис.16). Не следует перечерчивать рис.7...16. Схемы полей допусков в определенном масштабе (задачи 5...7) и эскиз детали (задача 8) надо выполнять непосредственно в тетради или на вклеиваемой миллиметровой бумаге.

Задача 1. Задача состоит из 8-ми вариантов. Студенты, чей шифр оканчивается на четную цифру, решают четные варианты; те, чей шифр оканчивается на нечетную цифру, – нечетные.



Рис. 1

Вариант 1. Указатель отсчетного устройства вольтметра, шкала которого приведена на рисунке, показывает 124В. В каком интервале с уровнем доверия 0,95 находится значение измеряемого напряжения?

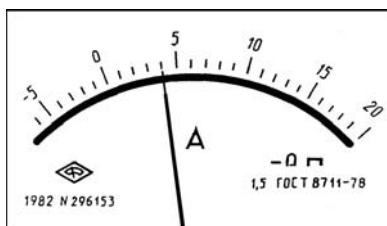


Рис. 2

Вариант 2. Указатель отсчетного устройства амперметра, шкала которого показана на рисунке, остановился на отметке 4А. В каком интервале с уровнем доверия 0,99 находится значение измеряемой сила тока?

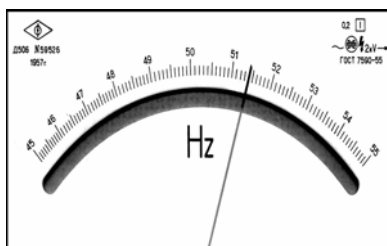


Рис. 3

Вариант 3. Указатель отсчетного устройства частотомера с номинальной частотой 50Гц, шкала которого приведена на рисунке, показывает 54Гц. В каком интервале с уровнем доверия 0,95 находится значение измеряемой частоты?

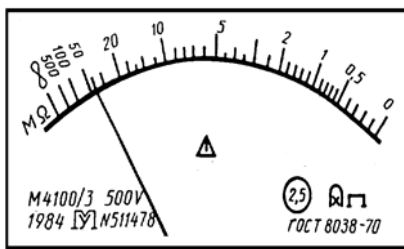


Рис.4

Вариант 4. Указатель отсчетного устройства мегомметра с неравномерной шкалой, представленной на рисунке, показывает 40МОм. В каком интервале с уровнем доверия 0,58 находится значение измеряемого сопротивления?

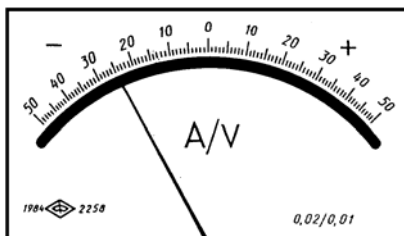


Рис.5

Вариант 5. Указатель отсчетного устройства ампервольтметра со шкалой, приведенной на рисунке, показывает — 25А. В каком интервале с уровнем доверия 0,5 находится значение измеряемой сила тока?

Вариант 6. Измеренное методом замещения сопротивление в цепи электрического тока оказалось таким, как показано на рисунке. Класс точности магазина сопротивления $0,05/4 \cdot 10^{-6}$. В каком интервале с уровнем доверия 0,95 находится значение измеренного сопротивления?

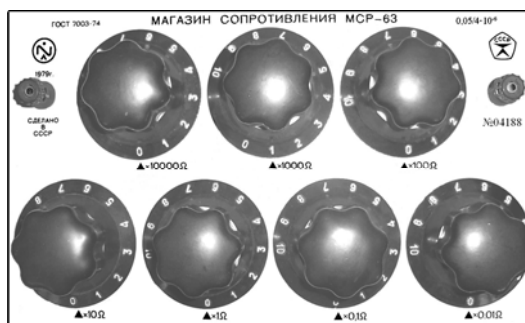


Рис. 6

Вариант 7. При однократном измерении диаметра детали получено единственное значение отсчета d (табл. 2).

В каких пределах находится действительное значение диаметра детали, если априорная информация представлена так:

а) отсчет подчиняется нормальному закону распределения вероятности со средним квадратическим отклонением σ (см. табл. 2); точное значение аддитивной поправки θ ;

б) отсчет подчиняется равномерному закону распределения вероятности с размахом $\varepsilon' = d \max - \bar{d}$ (см. табл. 2); точное значение аддитивной поправки равно θ ;

в) отсчет подчиняется неизвестному закону распределения вероятности со средним квадратическим отклонением σ ; точное значение аддитивной поправки θ .

Указание. Студент выбирает значения отсчета и параметров по последней и предпоследней цифре шифра из табл. 2.

Порядок выполнения однократного измерения при точно известном значении аддитивной поправки указан на рис. 34 [1].

Представленные в задаче 2 варианты априорной информации необходимо использовать для определения пределов, в которых находится значение измеряемой величины с заданной доверительной вероятностью для каждого из трех случаев, рассмотренных в п. 3.5 [1].

Таблица 2

Значения параметров	В а р и а н т										Цифра шифра студента
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
d , мм	912	923	915	919	927	925	920	917	918	924	Последняя
σ , мкм	7	10	9	12	11	18	14	15	16	13	Предпо – следняя
θ , мкм	+15	-10	+20	-25	+30	+35	+10	-20	-30	-15	Последняя
ε' , мкм	24	20	30	32	25	32	26	22	18	28	Предпо – следняя

Задача 2

При многократном измерении одной и той же величины постоянного размера с равноточными значениями отсчета получены 50 независимых значений результата измерения (поправки внесены). Определить результат измерения.

Указания. Экспериментальные данные формируются из пяти серий (табл. 3) по десять значений результата измерения в каждой (с первого по десятое).

Таблица 3

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	136	137	135	137	139	137	137	138	135	137
2	138	137	137	139	137	138	132	138	134	137
3	137	138	137	138	137	136	135	136	138	138
4	133	137	136	135	135	136	139	134	134	137
5	134	135	136	135	138	136	137	135	135	135
6	137	137	136	136	136	133	137	134	137	137
7	134	136	136	139	138	135	139	133	136	136
8	136	139	135	136	133	136	135	137	136	139
9	137	135	136	140	138	137	136	137	136	135
0	138	137	137	139	137	138	132	138	134	137

Студент выбирает четыре серии по предпоследней цифре шифра (одна серия приведена в строке с соответствующим номером, три другие - в трех следующих строках), а пятую - по последней цифре шифра (столбец с соответствующим номером). Например, шифру 25-135 соответствуют серии, одна из которых приведена в строке 3, три другие - в строках 4, 5, 6, а пятая - в столбце 5; шифру 25-190 - серии в строках 9, 0, 1, 2 и в столбце 0.

Порядок расчета

Обработку экспериментальных данных (50 значений) следует осуществить по алгоритму, представленному на рис. 40[5], начиная с оценки среднего значения результата измерения.

Обнаружение и исключение ошибок произвести по правилу трех сигм [1], п. 3.3.4.

Число значений результата измерения больше 40, поэтому дальнейший алгоритм обработки осуществить для условия 40...50. Проверку нормальности закона распределения вероятности результата измерения произвести по критерию К. Пирсона [5], п. 3.6.2. При построении гистограммы учесть следующие рекомендации:

- интервалы, на которые разбивается ось абсцисс, следует выбирать по возможности одинаковыми;
- число интервалов выбирается в пределах 7...9;
- масштаб гистограммы назначается так, чтобы ее высота относилась к основанию примерно как 5/8.

В примере 26 [5] иллюстрируется построение гистограммы.

Дальнейшую обработку провести в зависимости от результатов проверки нормальности закона распределения вероятности по указанному выше алгоритму.

Задача 3

Выбрать ряды взаимосвязанных параметров A и B и определить порядковые номера членов этих рядов на основе следующих данных:

- а) зависимость, определяющая связь параметров, имеет вид

$$A = cB^n,$$

где постоянный коэффициент c и показатель степени n определяются по последней цифре шифра студента из табл. 4;

б) параметр A задан рядом, определяемым из табл. 4 по предпоследней цифре шифра студента.

Результаты расчета свести в табл. по форме 1.Указания. Задание 3 выполняется в следующей последовательности.

1. На основе системы предпочтительных чисел находим ряд параметров A и определяем его знаменатель Φ_A (см. приложение 4).

2. Находим приближенное значение параметра B_1 , соответствующее первому члену A_1 ряда A .

3. Определяем знаменатель ряда B , находя значение φ_B из соотношения $\varphi_A = \varphi_B^n$.

Таблица 4

Параметры	В а р и а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Последняя цифра шифра									
c	1	0,25	1,4	0,25	2	16	0,1	4	2	1
n	1/2	2	1/2	2	1/2	2	1/2	2	1/2	2
	Предпоследняя цифра шифра									
	R10/2	R5/3	R40/3	R20/3	R10/3	R5/2	R40/2	R20	R10	R5
	(1,6...25)	↓ (2,8...8)	↓ (2...125)	↓ (1,25...2,5)	↓ (1,6...6,3)	↓ (2,5...10000)	(1,4...11,2)	(1...250)	(2...4)	(1...16)

4. Определяем ряд параметра B , его обозначение и порядковые номера членов ряда.

5. Результаты вносим в соответствующие графы формы 1.

Форма 1

Обозначение параметров	Обозначение ряда	Знаменатель ряда	Значение параметров						
			1	2	3	4	5	6	7
A			Порядковые номера членов ряда						
B			Порядковые номера членов ряда						

Задача 4

Ознакомиться с указателем "Национальные стандарты", правилами пользования указателем и изучить 1-2 стандарта (на выбор) из раздела, соответствующего профилю профессиональной деятельности студента. Дать характеристику каждого из перечисленных видов документов: Технический регламент, МС ИСО, ГОСТ, ГОСТ Р, ОКТЭИ, СТО (Стандарт организации), Своды правил, ТУ, ПР, Р.

Указания. Выполняя задание 4, студент должен раскрыть его в следующей последовательности:

- а) изложить основные правила поиска информации в указателе;
- б) привести результаты изучения конкретного выбранного стандарта придерживаясь следующей схемы:
 - 1) наименование, категория и вид документа;
 - 2) утверждающая организация, дата утверждения и дата введения в действие;
 - 3) правовой статус;
 - 4) сфера действия документа;
 - 5) содержание документа (кратко по разделам);
 - 6) источник официальной информации о действующем документе;
 - 7) источник официальной информации о внесении изменений, пересмотре, об отмене нормативного документа;
- в) охарактеризовать для каждого из указанных видов документов объекты стандартизации; аспекты (виды требований); сферу действия; орган (организацию), принимающий (утверждающий) документ, правовой статус, обозначение документа, источник официальной информации о документе, источник официальной информации об изменениях, внесенных в документ. Привести примеры действующих документов каждого вида.

Задача 5. Определить, к какому типу относятся и в какой системе выполнены три посадки в соединениях с указанными номинальными размерами D (табл. 5). Построить схемы полей допусков этих посадок.

Вычислить и показать на схемах предельные размеры сопрягаемых деталей, наибольшие и наименьшие зазоры (натяги) в соединениях. Привести обозначения посадок и размеров сопрягаемых деталей тремя способами, используемыми при указании размеров на чертежах.

Задача 6. Подобрать такие посадки в системе отверстия, чтобы предельные зазоры (натяги) в соединениях были равны заданным в табл.6 . Построить схемы полей допусков посадок.

Указание. Вычислить верхнее предельное отклонение вала, затем по табл.1.28...1.30[16] найти нижнее предельное отклонение и определить поле допуска вала. При этом учесть, что в соответствии с рекомендациями ([16],

с.78) при образовании посадок устанавливается или допуск одного качества для обеих деталей, или допуск для отверстия на один-два качества грубее, чем для вала. Вычислить верхнее предельное отклонение отверстия и определить его поле допуска.

Задача 7. Подобрать такие посадки шарикового радиального подшипника 6-го класса точности на вал и в корпус, чтобы предельные зазоры и натяги в соединениях были равны заданным в табл. 7. Построить схемы полей допусков посадок.

Указание. Определить верхнее и нижнее отклонения колец подшипника по табл. 4.82 и 4.83 [17] и вычислить нижнее и верхнее отклонения сопрягаемых с ними деталей. По таблицам определить поля допусков деталей.

Таблица 5

Параметры	В а р и а н т									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	30	35	22	18	20	32	8	25	16	10
Посадка	$\underline{H8}$ $e7$	$\underline{D9}$ $h8$	$\underline{D10}$ $d10$	$\underline{H10}$ $d9$	$\underline{G6}$ $h5$	$\underline{B9}$ $c8$	$\underline{H9}$ $d8$	$\underline{F7}$ $h7$	$\underline{E8}$ $f8$	$\underline{H10}$ $b9$
D , мм	10	18	30	24	20	15	12	8	14	22
Посадка	$\underline{G7}$ $m6$	$\underline{H6}$ $js6$	$\underline{K7}$ $h7$	$\underline{F7}$ $k6$	$\underline{H7}$ $n7$	$\underline{N6}$ $h6$	$\underline{F7}$ $m6$	$\underline{H5}$ $k5$	$\underline{M8}$ $h7$	$\underline{G6}$ $n6$
D , мм	22	40	20	25	30	8	10	32	12	50
Посадка	$\underline{R7}$ $h7$	$\underline{C8}$ $u7$	$\underline{H7}$ $u6$	$\underline{P8}$ $h7$	$\underline{K7}$ $m7$	$\underline{H8}$ $u7$	$\underline{U7}$ $h6$	$\underline{S7}$ $g7$	$\underline{H6}$ $s6$	$\underline{R8}$ $h7$

Задача 8 . Выполнить эскиз участка вала, сопрягаемого с подшипником в задании 7, используя заданный там размер его посадочной поверхности и выбрав остальные размеры на основании конструктивных соображений. Указать на эскизе размер посадочной поверхности с условным обозначением его поля допуска и числовыми значениями предельных отклонений, установленных в задании 7.

Для условия нормальной относительной геометрической точности назначить и, используя соответствующие условные обозначения, проставить на эскизе:

- а) допуск цилиндричности посадочной поверхности для подшипника;
- б) допуск торцевого биения заплечика вала относительно оси посадочной поверхности для подшипника;

Таблица 6

Параметры соединений (рис.1...10)	В а р и а н т									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Позиции сопрягаемых деталей	3-4	3-4	3-5	1-2	1-1	1-2	3-4	1-2	1-5	1-5
	Последняя цифра шифра									
D , мм	78	25	8	14	12	10	6	60	16	18
S_{max} , мкм	79	195	64	77	95	49	26	92	28	54
S_{min} , мкм	30	110	40	32	50	25	10	0	6	32
	Последняя цифра шифра									
Позиции сопрягаемых деталей	1-6	2-5	1-4	2-3	3-4	1-3	1-2	3-4	5-3	2-3
D , мм	10	8	24	22	90	18	100	10	6	70
S_{max} , мкм	17	8	6	19,5	69	17	52	16	10	44
N_{max} , мкм	7	10	36	6,5	20	19	17	15	6	32

в) допуски соосности посадочных поверхностей для подшипников относительно их общей оси;

г) шероховатость посадочной поверхности для подшипника и торца заплечика.

Указание. Конкретные значения допусков формы и расположения поверхностей задают с учетом степени точности характеристик формы и расположения и номинального размера нормируемого элемента. Поэтому предварительно необходимо ознакомиться с рекомендациями по выбору степеней точности (табл. 2.19 и 2.21 [16]). В соответствии с ними назначить степень точности и соответствующий допуск цилиндричности для условия нормальной относительной геометрической точности и в зависимости от качества поля допуска размера посадочной поверхности для подшипника

(табл. 2.18 и 2.20 [16]), а допуски торцевого биения и соосности - по 7-8 –й степени точности (табл. 2.28 и 2.40 [16]).

Примеры прорисовки на чертежах допусков формы и расположения приведены в табл. 2.7 [16].

Таблица 7

Параметры соединений (рис.1...10)	В а р и а н т									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Позиции сопрягаемых деталей	1-5	6-7	5-6	2-5	6-5	4-5	3-5	4-5	4-5	4-5
	Последняя цифра шифра									
d , мм	12	7	10	20	8	6	9	10	12	15
N_{max} , мкм	19	19	26	29	17	23	22	17	25	30
N_{min} , мкм	1	6	10	8	1	8	6	1	7	12
Позиции сопрягаемых деталей	2-5	1-6	4-6	4-5	4-5	3-4	1-5	2-5	3-4	3-4
	Последняя цифра шифра									
D , мм	24	17	22	32	19	15	17	19	21	24
S_{max} , мкм	36	25	41	43	29	31	50	60	29	41
S_{min} , мкм	7	0	0	9	0	6	0	0	0	0

Числовые значения параметров шероховатости поверхностей следует выбирать по табл. 2.59 [17]. При этом надо учесть, что при нормальной относительной геометрической точности наибольшее допустимое значение параметра не может превышать $0,05 IT$ (где IT - допуск размера) и должно соответствовать нормам, указанным в табл. 4.95 [17].

Таблица 8

Размер, мм	В а р и а н т									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Последняя цифра шифра									
A_1	24	4,5	38	38	5	3	20	8	8	14
A_2	6	3	3	2	30	16	4	7,5	12	8
A_3	3	3,5	5	15	5	12	33	10,5	6	4
A_4	6	33	25	7	35	16	16	5	10	10

A_5	10	-	6	10	7	48	-	4	19	1
A_6	-	-	-	7	1	-	-	-	-	36

Предпоследняя цифра шифра

$$EsA_{\Delta} +0,3 +0,3 +0,25 +0,34 +0,12 +0,25 +0,1 +0,28 +0,22 +0,3$$

$$EiA_{\Delta} -0,1 -0,15 -0,26 -0,15 -0,40 -0,2 -0,36 -0,15 -0,22 -0,2$$

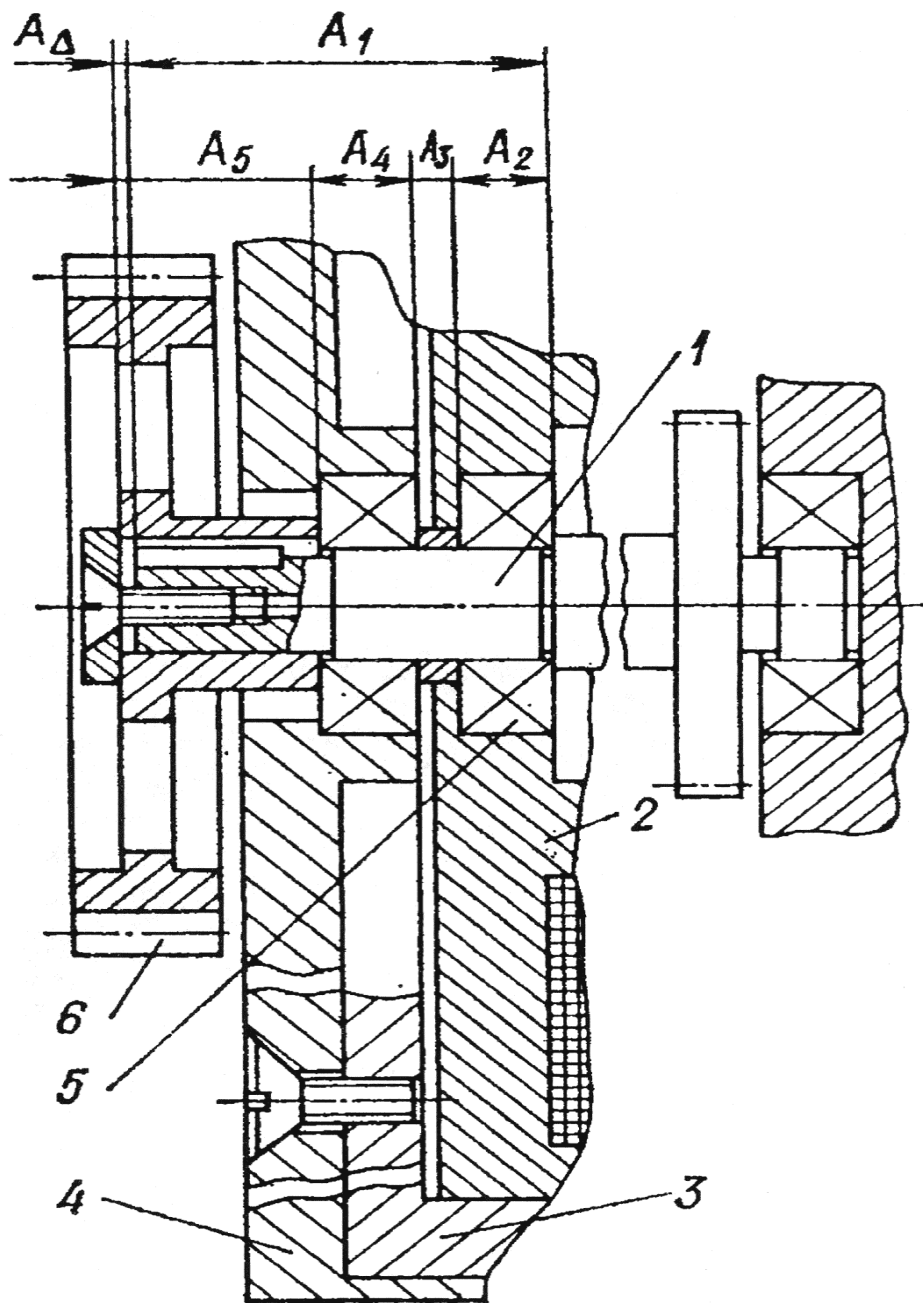


Рис. 7. Узел подшипникового соединения: 1 – вал; 2 – вкладыш; 3- корпус;
4 – бандаж; 5 – подшипник; 6 – зубчатое колесо

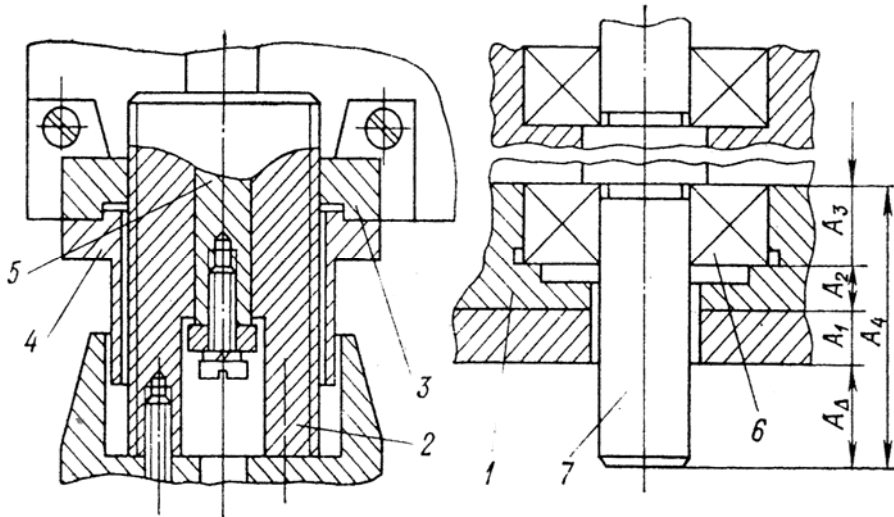


Рис. 8. Узел подшипникового соединения: 1 – стакан; 2 – винт; 3- кронштейн;
4 – втулка; 5 – ось; 6 – подшипник; 7 – вал

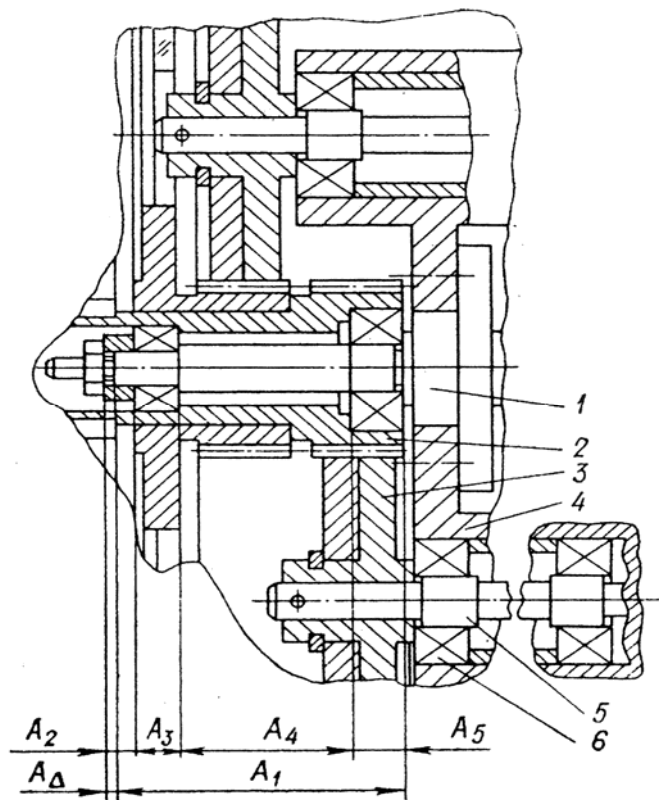


Рис. 9. Узел подшипникового соединения: 1 – вал; 2 – колесо; 3- сателлит;
4 – водило; 5 – ось; 6 – подшипник

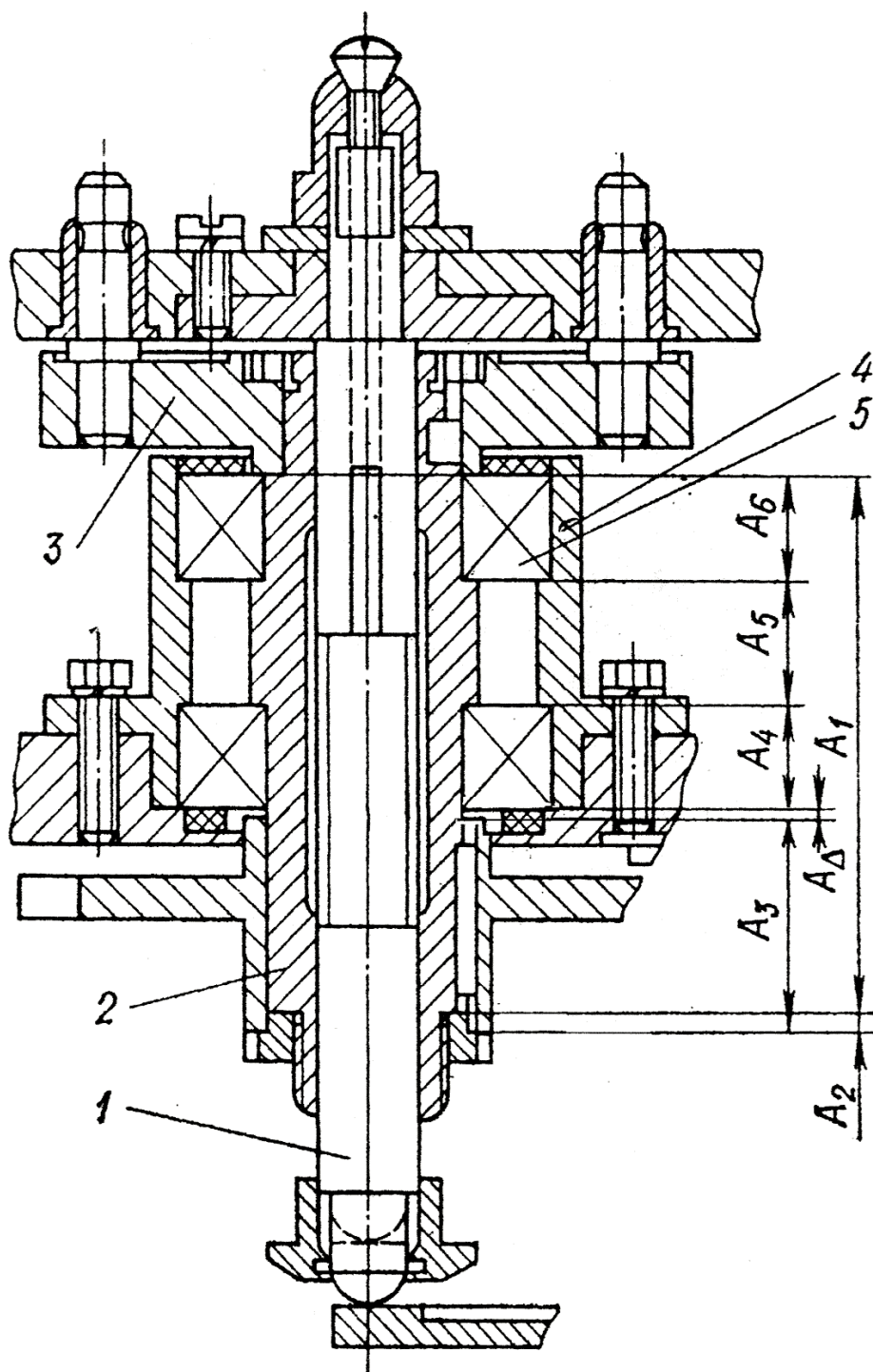


Рис. 10. Узел подшипникового соединения: 1 – ось; 2 – вал; 3- диск;
4 – корпус; 5 – подшипник

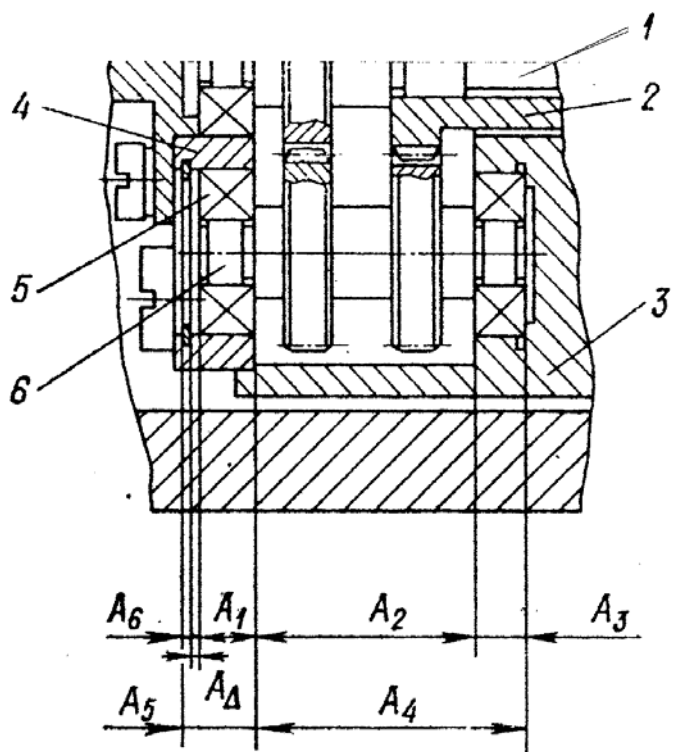


Рис. 11. Узел подшипникового соединения: 1 – вал; 2 – колесо; 3- корпус;
4 – крышка; 5 – подшипник; 6 – ось

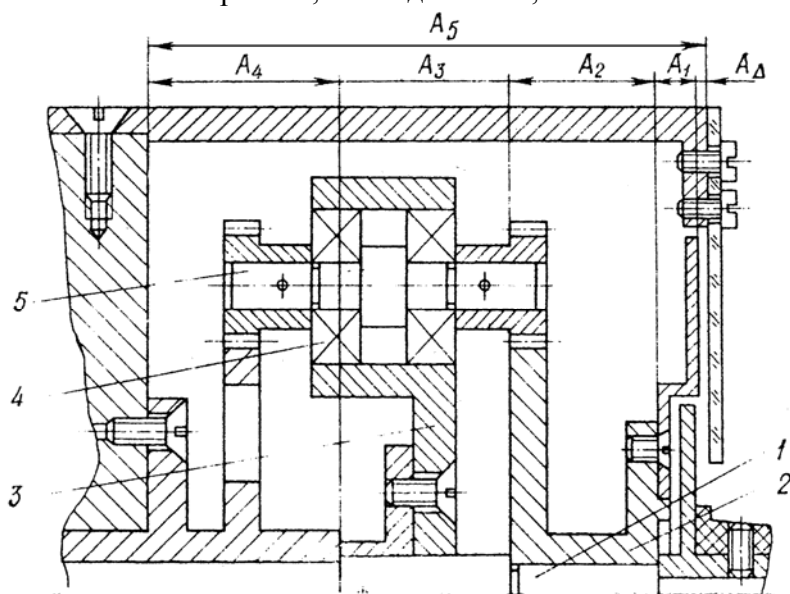


Рис. 12. Узел подшипникового соединения: 1 – вал; 2 – колесо; 3- водило;
4 – подшипник; 5 – ось

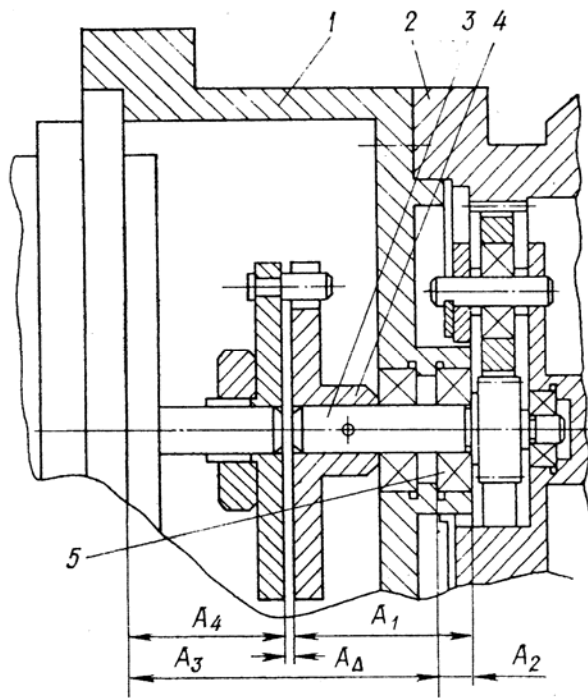


Рис. 13. Узел подшипникового соединения: 1 – стакан; 2 – корпус; 3- вал;
4 – колесо; 5 – подшипник

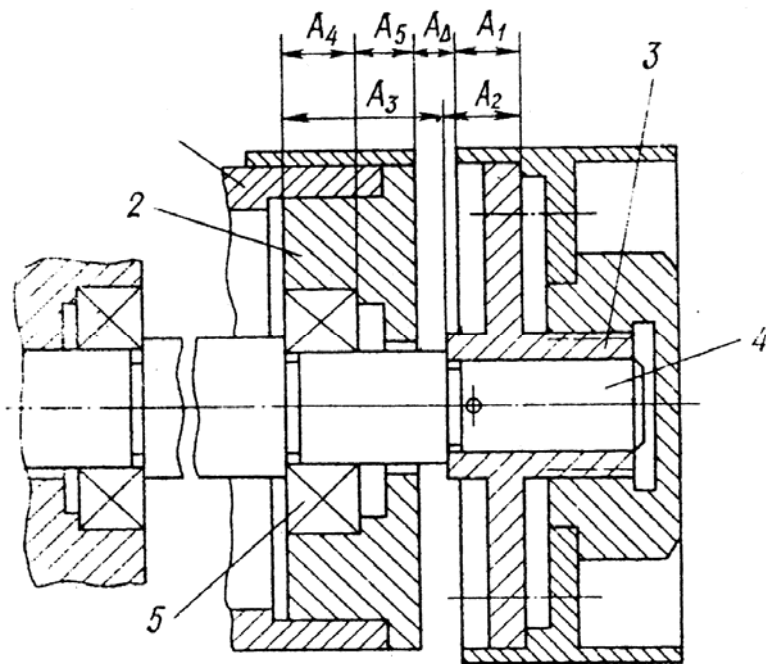


Рис. 14. Узел подшипникового соединения: 1 – корпус; 2 – крышка; 3- фланец;
4 – вал; 5 – подшипник

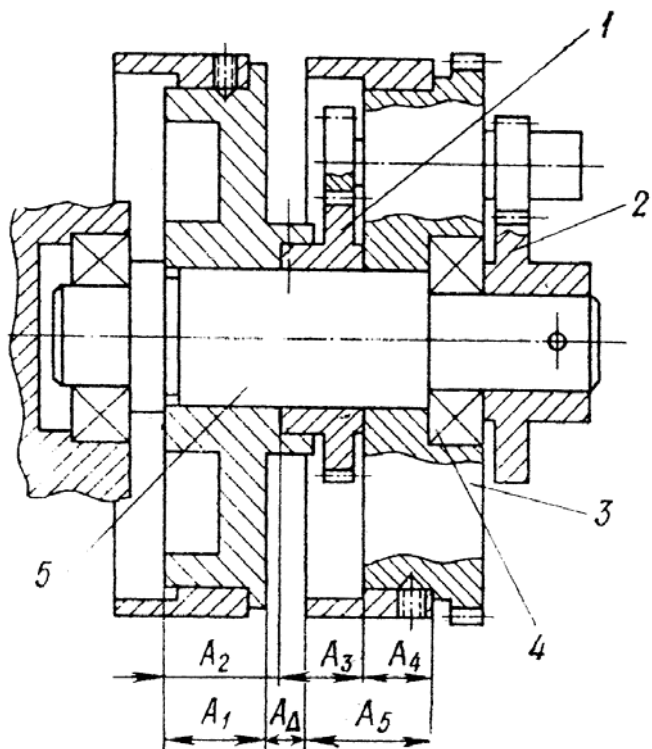


Рис. 15. Узел подшипникового соединения: 1 – столик; 2 – колесо; 3- водило;
4 – подшипник; 5 – вал

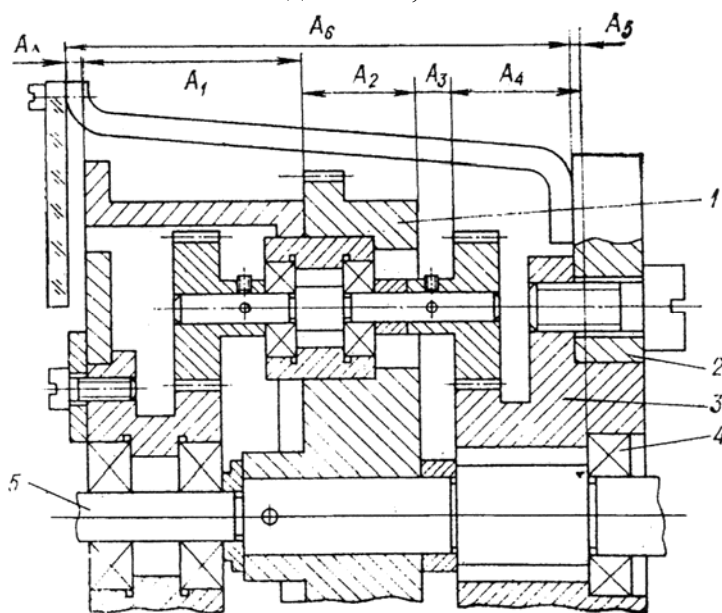


Рис. 16. Узел подшипникового соединения: 1 – водило; 2 – плита; 3- колесо;
4 – подшипник; 5 – вал

Задача 9. Определить предельные отклонения размеров составляющих звеньев сборочной размерной цепи по заданным отклонениям исходного (замыкающего) звена A_{Δ} (рис. 7...16). Номинальные размеры составляющих звеньев (деталей) и предельные отклонения замыкающего звена (сборочного) приведены в табл. 8, форма 2. Если в размерную цепь входят детали, точность размеров которых нормируется специальными стандартами (например, подшипники качения), то предельные отклонения таких размеров для данной задачи считаются известными. Так, для ширины колец подшипников качения следует принять $Es = 0$, $Ei = -0,12$ (6-й класс точности). Расчет выполнить методом максимума-минимума, применяя способ одного качества.

Указание. Выполняя проектный расчет размерной цепи, необходимо:

а) составить схему размерной цепи, выявив увеличивающие и уменьшающие звенья;

б) определить по исходным данным номинальный размер замыкающего звена A_{Δ} (формула (11.1) [18]), его допуск TA_{Δ} и допуски размеров составляющих звеньев $TA_{ст}$, заданные специальными стандартами (если такие размеры есть в цепи);

в) определить не заданные допуски размеров составляющих звеньев TA_j . При наличии в размерной цепи k размеров с допусками $TA_{ст}$, формулу (11.14) [18] можно представить таким образом:

$$a_{ср} = \frac{TA_{\Delta} - \sum_{i=1}^k TA_{ст}}{\sum_{j=1}^{m-k-1} i_j}, \quad (1)$$

где m - число всех звеньев в цепи;

i_j - единица допуска размера j -го составляющего звена (табл. 12 или [18], с. 256).

Рассчитав значение $a_{ср}$, найти ближайшее к нему табличное значение a (табл. 13 или [18], с. 15), принять соответствующий ему класс в качестве среднего и назначить для размеров составляющих звеньев допуски этого качества по табл. 1.8 [16].

При этом следует выполнить условие

$$TA_{\Delta} \geq \sum_{j=1}^{m-1} A_{j,ст} . \quad (2)$$

Если условие (2) не выполняется, следует выбрать одно из составляющих звеньев в качестве зависимого и назначить допуск его размера по ближайшему более точному классу, при котором обеспечивается соблюдение условия (2). В качестве зависимого выбирается наиболее простое для изготовления и измерения звено (стандартное звено не может быть зависимым);

г) назначить стандартные предельные отклонения размеров составляющих звеньев A_j с учетом их допусков по пункту б) и с соблюдением следующего правила: для охватываемых размеров - как для основного отверстия, для охватывающих - как для основного вала, для размеров, не относящихся ни к тем, ни к другим - симметрично. Классификация размеров по этим трем группам показана на рис. 1.18 [16]. После этого проверяется выполнение условия

$$E_{cA_{\Delta}} = \sum_{j=1}^n E_{cA_{j_{yb}}} - \sum_{j=n+1}^p E_{cA_{j_{ym}}}, \quad (3)$$

где $E_c = 0,5 (E_s + E_i)$ - координаты середин полей допусков (средние отклонения) соответствующих звеньев (замыкающего, увеличивающих, уменьшающих); n и p - число увеличивающих и уменьшающих звеньев.

Если это условие не выполняется, то по уравнению (3) определяется необходимое для его выполнения значение E_{cA_3} зависимого звена и рассчитываются его нестандартные предельные отклонения:

$$E_{sA_3} = E_{cA_3} + \frac{1}{2} TA_3, \quad E_{iA_3} = E_{cA_3} - \frac{1}{2} TA_3.$$

Далее проверяется возможность подбора такого стандартного поля допуска (табл. 1.27...1.30, 1.35...1.38, 1.43 [16]) зависимого звена, при котором стандартные отклонения близки, но не выходят за рассчитанные выше. Если это не удастся, то ограничиваются расчетными значениями отклонений зависимого звена. Результаты расчетов занести в форму 2. В заключение на схеме размерной цепи необходимо проставить значения всех размеров с буквенными обозначениями их полей допусков и числовыми значениями отклонений.

Таблица 9

Интервал размеров, мм	1...3	3...6	6...10	10...18	18...30	30...50	50...80
i , мкм	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86
Интервал размеров, мм	80...120	120...180	180...250	250...315	315...400	400...500	
i , мкм	2,17	2,52	2,90	3,23	3,54	3,89	

Таблица 10

Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Номин. размер звена, мм $A_j, A_{ст}, A_{\Delta}$	Тип звена УВ УМ		i	Допуск TA_j $TA_{ст}$		Тип размера вал отв. уст.			Es , мкм УВ УМ		Ei , мкм УВ УМ		Ec , мкм УВ УМ		Смешанное обозначение размера
Сумма															
Проверяемые условия замкнутости цепи	$A_{\Delta} = \sum A_{ув} - \sum A_{ум}$			$TA_{\Delta} =$	$TA_{\Delta} \geq \sum TA_{ст} + \sum TA_j$			$EsA_{\Delta} =$ $EiA_{\Delta} =$ $EcA_{\Delta} =$						$EcA_{\Delta} = \sum EcA_{ув} - \sum EcA_{ум}$	

Задания для студентов, занимающихся по заочной форме с элементами ДОТ

Задания по стандартизации

В заданиях необходимо проанализировать состояние нормативно-технической документации (не более 20 стандартов, ТУ и других НТД) на предприятии.

В качестве введения должна быть дана краткая характеристика производственных процессов и выпускаемой продукции с названием НТД на продукцию (государственных, отраслевых стандартов, технических условий), а также указано, какие процессы и изделия выбраны объектами анализа, далее должны быть изложены основные результаты работы.

Вариант 1. Охарактеризовать состояние нормативно-технической документации на выпускаемую продукцию и методы ее испытаний.

Указания. Рассмотреть действующую НТД на выпускаемую продукцию и методы ее испытаний (государственные и отраслевые стандарты, технические условия, конструкторскую и технологическую документацию, методики аналитического и внутрицехового контроля и т. п.) с точки зрения:

- а) отражения в ней принципов стандартизации;
- б) использования методов стандартизации (унификации, агрегатирования, типизации, применения параметрической стандартизации;
- в) правильности отражения в документах требований к методам и средствам контроля основных параметров продукции и производственных процессов;
- г) степени соответствия применяемых показателей качества для оценки уровня качества продукции.

Проанализировать состояние внедрения основных положений ГСИ в действующей НТД:

- правильность установленных требований к точности измерений параметров изделий и производственных процессов;
- достоверность нормируемого метода оценки результатов измерений;
- наличие норм точности при регламентации методик выполнения отдельных параметров изделий при приемочном контроле;
- уровень стандартизации методик выполнения измерений, связанных с обеспечением качества продукции.

При проведении анализа необходимо:

- оценить соответствие установленных в НТД норм точности измерений отдельных параметров требованиям стандартов и технических условий на готовую продукцию, в том числе точности методов испытаний готовой продукции, регламентируемых государственными стандартами и техническими условиями, требованиями к качеству продукции по этим параметрам;
- выявить взаимосвязь требований к точности контроля основных параметров с качеством выпускаемой продукции;
- установить, какие дополнительные требования должны быть включены в документацию или в каком направлении должны быть повышены предъявленные требования в целях обеспечения более действенного контроля параметров и улучшения качества выпускаемой продукции.

Вариант 2. Охарактеризовать состояние технологической документации и технологической подготовки производства.

Указания. 1. Проанализировать оснащенность производства отдельных видов продукции средствами и методами измерений, которые отвечают требованиям к точности контроля основных параметров деталей (узлов, изделий, технологических процессов), установленных в технологической документации, а также в стандартах и технических условиях на продукцию.

2. Оценить степень использования на предприятии стандартов ЕСТД, ЕСТПП, других межотраслевых систем.

3. Составить ведомость параметров качества деталей, узлов, изделий или параметров технологических процессов, не обеспеченных необходимым контролем. При этом выявить причины отсутствия необходимых средств и методов измерений и последствия, к которым это приводит (например, снижение качества выпускаемой продукции; выпуск продукции, не соответствующий требованиям государственных стандартов или технических условий, перерасход сырья, материалов и т. п.).

4. Выявить средства измерений, не обеспеченные ремонтом, и разработать конкретные предложения по организации их ремонта.

Задачи по взаимозаменяемости

Темы заданий должны примерно соответствовать содержанию типовых задач из заданий 5...9 первой группы, предусматривать решение конкретной технической задачи, взятой из текущего или перспективного планов производственного подразделения по месту работы студента, и содержать элементы исследовательского характера (УИРС, НИРС). Так, например, темами заданий могут быть:

- а) решение конструкторской или технологической задачи по обеспечению геометрической взаимозаменяемости (расчет и выбор допусков и посадок);
- б) технический и экономический анализы проблем взаимозаменяемого производства;
- в) анализ состояния технических измерений на предприятии;
- г) вопросы измерений конкретных линейно-угловых характеристик деталей и соединений;
- д) разработка программ расчета на ЭВМ характеристик посадок, размерных цепей вероятностным методом и методом групповой взаимозаменяемости.

Студент самостоятельно выбирает тему задания (заданий) по согласованию с преподавателем и руководителем предприятия или подразделения (цеха, отдела, лаборатории и т. д.). С преподавателем согласуются также объем, особенности выполнения и оформления работы.

Контрольные работы, имеющие практическую и научную ценность, направляются на предприятие для внедрения содержащихся в них предложений, а также на городской и всесоюзные конкурсы студенческих научных работ.

Задача 10

Заполнить позиции сертификата соответствия, используя данные табл. 11.

Таблица 11

Содержание позиций	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№1. Регистрационный № сертификата соответствия										
*Формы подтверждения соответствия	Обязат. сертиф.	Добр. сер.	Добр. сер.	Обязат. сертиф.	Руковод. эксперт	Обязат. сертиф.	Добр. сер.	Обязат. сертиф.	Добр. сер.	Обязат. сертиф.
№2. Срок действия (годы, реализация)	3	Реализация	1		2	1	3	1	2	1
№3. Код органа по сертификации	РОСС RU.0001.11МУ03	РОСС RU.0001.11SA02	РОСС RU.0001.11АЮ64	РОСС RU.0001.10АЯ27	РОСС RU.0001.10АЯ27	РОСС RU.0001.11ПР71	РОСС RU.9001.11СЛ08	РОСС RU.0001.10АЮ47	РОСС RU.0001.11АЯ58	РОСС RU.0001.11МЕ83

№9. Сертификат выдан	№8. Изготовитель, продавец	№7. Код продукции ТН ВЭД	№6. Соответствие НТД	№5. Код продукции ОКП	№4. Продукция
ОАО Машино-строит. завод	ОАО Машино-строит. завод	870520000	ТУ 3666-015-00220302-98	366612	Установка для освоения скважен, партия
АОЗТ "Ново-Гверь"	АОЗТ "Ново-Гверь"		ГОСТ Р 50529		Ружье охотничье MAVERICK, партия
ООО "ЛАКИРИС"	ООО "ЛАКИРИС"	382000000	ТУ 6-57-95-96	242222	Автожидкость "ТОСОЛ-А40М", серия
ОАО "Солнце"	Фирма "KUDUS"	4819201000	ГОСТ 12301-81 п.2.4	548123	Картонные загот. для спичеч. короб., партия
ООО "ДИРОЛ КЭДБЕРИ"	ООО "ДИРОЛ КЭДБЕРИ"		СанПин 2.3.2.1078-01	912500	Шоколад фирмы "КЭДБЕРИ", серия
ОАО "Ляноз. мол.комбинат"	ОАО "Ляноз. мол.комбинат"		Треб. Сан. Пин. №5061	922217	Молоко "Лянозовское", серия
ОАО "ФЛАЙДЕРЕР"	ОАО "ФЛАЙДЕРЕР"	7019199000	ТУ 5763-002-00287697	576312	Теплоизоляцион. плиты, серия
ООО "Фотон Про"	Фирма "Сиам Фрит Каннинг"	2008000000	СанПин 2.3.2.1078-01	916300	Консервы фруктовые, "Vitaland", серия
ЗАО Москов. шелк комбинат	ЗАО Москов. шелк комбинат АОк	600192500	ТУ 8376-021-00320940	837651	Полотно автомобил. ворсовое, серия
ООО «Диалог»	LEDA PLASTIC KHP	85185009000	ГОСТР МЭК 60065-2002	657350	Системы активные акустич. Dialog, партия

№10. На основании	Протоколов испыт.	Протоколов испыт.	Протокола испыт.	Декларации соотв.	СанПин заключения	Акт провер. производ.	Протоколов испыт.	СанПин закл. 5015019	Протокола испыт.	Протоколов испытаний
№11. Дополнительная информация (схема сертификации)	3а	3	3	9	3а	Упаковка "Тетра-Брик"	3а	2	3а	7
№12. Подпись	Руковод Эксперт	--<<--	--<<--	--<<--	--<<--	--<<--	--<<--	--<<--	--<<--	--<<--

Задача 11

Напряжение постоянного тока измеряется двумя вольтметрами – класса точности **клт1** (используется предел измерений $U_{\text{пред 1}}$) и класса точности **клт2** (используется предел измерений $U_{\text{пред 2}}$).

Показания вольтметров составляют соответственно $U_{\text{пок 1}}$ и $U_{\text{пок 2}}$.

Определить, какой вольтметр предпочтительнее применять для обеспечения большей точности измерений. Указать пределы, в которых находится измеряемое напряжение.

Значения **клт1**, **клт2**, $U_{\text{пред 1}}$, $U_{\text{пред 2}}$, $U_{\text{пок 1}}$ и $U_{\text{пок 2}}$ приведены в табл. 12 и 13.

Влиянием входного сопротивления вольтметра пренебречь.

Таблица 12

Последняя цифра шифра	0 1		2 3		4 5		6 7		8 9	
	клт1	2,5		1,5/1,0		1,5		4,0		4,0
клт2	2,5		2,5		1,0/0,5		2,5 /1,5		2,5/1,5	

Таблица 13

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U_{\text{пред 1}}, \text{В}$	500		300		150		100		50	
$U_{\text{пок 1}}, \text{В}$	285	439	117	203	142	100	90,3	24,5	36,3	23,4
$U_{\text{пред 2}}, \text{В}$	1000		500		300		150		100	
$U_{\text{пок 2}}, \text{В}$	287	427	119	208	140	103	91,4	26,7	37,1	24,1

Указание

Пользуясь обозначениями классов точности вольтметров, с учетом используемых пределов измерений и полученных показаний вольтметров, определить относительную погрешность результата измерения напряжения δ , что позволит сделать необходимый вывод.

Пределы, в которых находится измеряемое напряжение, определяются зависимостью:

$$U_{\text{пок 1(2)}} - \varepsilon_{1(2)} \leq U \leq U_{\text{пок 1(2)}} + \varepsilon_{1(2)},$$

где $\pm \varepsilon_{1(2)}$ – абсолютная погрешность результата измерения напряжения.

В табл. 14 приведены формулы для расчета величин $\pm \varepsilon$ и $\pm \delta$ для вольтметров различных классов точности.

Таблица 14

Характеристики	Условное обозначение класса точности вольтметра		
	p	\textcircled{p}	c/d
$\pm \delta, \%$	$p \frac{U_{\text{пред}}}{U_{\text{пок}}}$	p	$c + d \left(\frac{U_{\text{пред}}}{U_{\text{пок}}} - 1 \right)$
$\pm \varepsilon$	$U_{\text{пред}} \cdot p \cdot 10^{-2}$	$U_{\text{пок}} \cdot p \cdot 10^{-2}$	

Задача 12

Постоянный ток измеряется миллиамперметром, имеющим следующие метрологические характеристики: **клт** – класс точности; **r_A** – внутреннее активное сопротивление, указанные в табл. 15.

Таблица 15

Предпоследняя цифра шифра	0 1 2			3 4 5			6 7 8 9			
кЛТ	2,5/1,5			4,0			4,0		2,5	
r_A , Ом	50	100	70	40	70	50	100	20	70	40

За показание $I_{\text{пок}}$ миллиамперметра принять расчетное значение тока (с учетом влияния r_A). Миллиамперметр имеет пределы измерений: 1; 2; 5; 10; 20 мА.

Указать пределы, в которых находится измеряемый ток, если на входе цепи действует напряжение E , а сопротивление нагрузки равно R_n . Значения E и R_n указаны в табл. 16.

Таблица 16

Последняя цифра шифра	0 1 2			3 4 5			6 7 8 9			
E , В	10			5			20			
R_n , кОм	1,5	5,0	2,5	1,5	7,3	2,6	2,5	1,5	3,4	4,5

Указание

В данном случае (при детерминированной аддитивной поправке Θ) измеряемый ток находится в пределах:

$$(I_{\text{пок}} + \Theta) - \varepsilon \leq I \leq (I_{\text{пок}} + \Theta) + \varepsilon,$$

где $\pm\varepsilon$ – абсолютная погрешность результата измерения тока, определяемая по формулам из табл. 11.

Детерминированная поправка к показаниям миллиамперметра определяется по формуле

$$\Theta = \frac{E}{R_n} - \frac{E}{R_n + r_A}.$$

Показание миллиамперметра:

$$I_{\text{пок}} = \frac{E}{R_n + r_A}.$$

Задача 13

Определить пределы, в которых находится активная мощность, выделяемая в нагрузке цепи переменного тока промышленной частоты, измеряемая электромеханическим ваттметром электродинамической системы.

Метрологические характеристики ваттметра приведены в табл. 17, где

кЛТ – класс точности ваттметра;

$r_{\text{посл}}$ – сопротивление последовательной обмотки ваттметра;

$I_{\text{пар}}$ – номинальный ток параллельной обмотки ваттметра.

Таблица 17

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
кЛТ	2,5		2,5		1,0		1,5		1,5/1,0	
$r_{\text{посл}}$ Ом	4,0			2,5				10		
$I_{\text{пар}}$ МА	30									

Напряжение сети $U_c=30$ В; ток сети $I_c=0,1$ А. Получено показание n делений при максимальном значении $n_{\text{max}}=150$ делений (табл. 18).

Предельные значение по току и напряжению обмоток ваттметра составляют соответственно $I_{\text{пред}}=0,15$ А и $U_{\text{пред}}=75$ В.

Таблица 18

Данные	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	100		120		86		53		140	

Указание

Измеряемая активная мощность находится в пределах:

$$(P_{\text{пок}} + \Theta) - \varepsilon \leq P \leq (P_{\text{пок}} + \Theta) + \varepsilon,$$

где $P_{\text{пок}}$ – показание ваттметра;

Θ – абсолютная детерминированная поправка к показанию ваттметра, определяемая активными потерями в последовательной и параллельной обмотках ваттметра;

$\pm\varepsilon$ – абсолютная погрешность результата измерения активной мощности.

Показание ваттметра может быть определено с учетом числа делений n и n_{max} , а также предельного значения шкалы ваттметра

$$P_{\text{пок}} = P_{\text{пред}} \frac{n}{n_{\text{max}}},$$

где $P_{\text{пред}} = I_{\text{пред}} U_{\text{пред}}$.

Абсолютная поправка к показаниям ваттметра может быть определена по формуле

$$\Theta = I_c^2 r_{\text{посл}} + U_c I_{\text{пар}}.$$

Задача 14

Для измерения толщины бумажной ленты применен емкостной принцип преобразования.

Чувствительный элемент имеет размеры (табл. 19):

- площадь пластин конденсатора S ;

- зазор между пластинами δ .

Рассчитать и построить функцию преобразования емкостного преобразователя. Определить по этой характеристике пределы изменений емкости преобразователя, если толщина ленты, протягиваемой между пластинами, изменяется от $b_{л1}$ до $b_{л2}$ (табл. 20).

Диэлектрическая постоянная воздуха $\epsilon_{возд} = 8,85$ пФ/м, диэлектрическая постоянная бумаги $\epsilon_{бум} = 17,70$ пФ/м.

Таблица 19

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$S \cdot 10^3, м^2$	60				40				90		
$\delta, мм$	8		10			6		8		12	

Таблица 20

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$b_{л1}, мм$	0,4		0,7		0,5		0,9		1,5	
$b_{л2}, мм$	0,1		0,2		0,3		0,4		1,0	

Указание

Функция преобразования емкостного преобразователя данного типа определяется аналитической зависимостью

$$C = \frac{S}{\frac{\delta - b_{л}}{\epsilon_{возд}} + \frac{b_{л}}{\epsilon_{бум}}},$$

где C – емкость чувствительного элемента.

Построив эту характеристику в координатах $C = f(b_{л})$, можно на ней отметить пределы изменений емкости при изменении толщины ленты от $b_{л1}$ до $b_{л2}$.

Задача 15

Для измерения амплитудного значения, периода и частоты следования сигнала синусоидальной формы использовался электронно-лучевой осциллограф, причем были выбраны положения органов управления (коэффициент отклонения $K_{откл}$, коэффициент развертки $K_{разв}$), приведенные в табл. 21.

Отклонения луча на экране осциллографа, соответствующие измеряемым параметрам: по вертикали I_y , по горизонтали I_x , а также относительная погрешность результата измерений напряжения и времени

приведены в табл. 22. Определить пределы, в которых находятся амплитуда, период и частота следования сигнала.

Таблица 21

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$K_{откл}, В/дел$	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02
$K_{разв}, мс/дел$	0,05	0,1	0,2	0,5	50	20	10	5	2	1

Таблица 22

Данные	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_y, дел$	9,2	6,8	5,3	10,3	4,1	7,8	8,3	1,5	2,7	3,4
$l_x, дел$	1,8	2,3	3,7	4,2	7,5	1,9	5,4	9,3	8,7	5,3
$\pm\beta, \%$	5					10				

Указание

Необходимо вспомнить, как измеряют характерные параметры сигналов с помощью электронно-лучевого осциллографа ([13], с. 182).

Амплитудное значение, период и частота сигнала определяются с учетом положений соответствующих переключателей, отклонений луча по вертикали и горизонтали, а также характеристик точности средства измерений.

Задача 16

Необходимо измерить частоту или период сигнала переменного тока синусоидальной формы при помощи типового цифрового частотомера (мультиметра), основные технические характеристики которого приведены в табл. 23 ($F_{пок}$ и $T_{пок}$ – показания мультиметра).

Таблица 23

Диапазон измеряемых частот, Гц	$10 \dots 10^7$
--------------------------------	-----------------

Относительная погрешность результата измерений частоты, δ_f , не более	$\pm \sqrt{\delta_0^2 + \left(\frac{1}{F_{\text{пок}} \cdot \tau_{\text{сч}}}\right)^2}$
Время счета, $\tau_{\text{сч}}$, мс	1; 10; 100; 10^2 ; 10^3 ; 10^4
Диапазон измеряемых периодов, с	$10^{-7} \dots 100$
Относительная погрешность результата измерения периода, δ_T , не более	$\pm \sqrt{\delta_0^2 + \left(\frac{0,003}{n}\right)^2 + \left(\frac{T_m}{nT_{\text{пок}}}\right)^2}$
Цена метки времени, T_m , мкс	0,01; 0,1; 1,0; 10; 100; 1000
Относительная нестабильность частоты образцового источника δ_0 (за год), не более	$\pm 10^{-7}$
Множитель периода, n	1; 10; 100

Определить для значения частоты, приведенного в табл. 24, какой параметр (частоту или период) рационально измерить, исходя из требований наибольшей точности измерений.

Таблица 24

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, кГц	50	0,01	1,0	500	0,1	10	0,5	100	10^3	0,02

Указание

Необходимо использовать технические характеристики прибора, обратив внимание на точность показания цифрового мультиметра частотно-временной группы при измерении частоты или периода. Сравнение δ_f и δ_T позволит сделать требуемый вывод.

Задача 17

Электронно-лучевой осциллограф (ЭЛО) имеет следующие положения переключателя коэффициентов развертки "мкс/дел.", «мс/дел», определяющего масштаб по горизонтали:

0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10; 20; 50.

Экран ЭЛО по горизонтали имеет $d = 10$ делений.

1. Выбрать положение переключателя коэффициента развертки "мкс/дел.", при котором на экране будут получены n периодов исследуемого периодического сигнала с частотой F .

Форма сигнала, частота F сигнала и число периодов n указаны в табл. 25 и 26, где форма сигнала: С - синусоидальная, М - меандр, П - пилообразная, О - однополярные прямоугольные импульсы со скважностью 3.

Таблица 25

Данные	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Форма сигнала	М	П	О	С	М	П	О	С	М	П
Число периодов n	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3

Таблица 26

Параметры	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F , кГц	250	0,25	10^3	450	300	150	1,5	0,02	80	0,08
k , %	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5

2. Нарисовать осциллограмму, которая получится на экране ЭЛО в режиме линейной непрерывной развертки с учетом выбранного положения переключателя «мкс/дел.», считая, что время обратного хода напряжения развертки составляет $k\%$ от периода развертки (рассмотреть, что будет получаться в каждом из нескольких последовательных периодов развертки).

3. Указать, как получить устойчивое изображение на экране.

Указание

Необходимо повторить, как получается изображение на экране ЭЛО в режиме непрерывной линейной развертки ([2], с. 127...129), как производится измерение временных интервалов способом калиброванной развертки ([2], с. 174).

Пример: форма сигнала - С;
 число периодов $n = 3$;
 частота сигнала F , кГц, ..., 100;
 $k = 10\%$.

Решение

Следует изобразить временной график исследуемого сигнала в координатах $u_y = f_1(t)$, указав масштаб по оси времени.

Период исследуемого сигнала определяется по формуле

$$T_y = 1/F_y = 1/100 \cdot 10^3 = 10^{-5} \text{ с} = 10 \text{ мкс.}$$

Требуемый коэффициент развертки определяется по формуле:

$$K_{p \text{ треб}} \geq n \cdot T_y / d \geq 3 \cdot 10 / 10 \text{ (мкс/дел)} ;$$

$$K_{p \text{ треб}} \geq 3 \text{ мкс/дел.}$$

Следует выбрать из имеющихся значений коэффициент развертки, удовлетворяющий этому требованию:

$$K_p = 5 \text{ мкс/дел.}$$

Далее необходимо уточнить длительность прямого хода $T_{пр}$ напряжения линейной непрерывной развертки:

$$T_{пр} = K_p \cdot d = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мкс.}$$

Эту величину следует отложить по оси времени на временном графике напряжения линейной непрерывной развертки $u_x = f_2(t)$, который помещается ниже графика $U_y = f_1(t)$.

Поскольку реальное напряжение линейной непрерывной развертки имеет длительность $T_{обр}$ обратного хода, то период развертки имеет две составляющие:

$$T_x = T_{пр} + T_{обр}.$$

$T_{обр}$ можно определить, решив систему уравнений:

$$\begin{cases} T_{обр} = k T_x \\ T_x = T_{пр} + T_{обр} \end{cases}.$$

Полученное значение $T_{обр}$ следует отложить по оси времени графика $u_x = f_2(t)$, после чего изобразить на этом графике второй период развертки.

Та часть исследуемого сигнала, которая приходится на время прямого хода напряжения развертки, будет видна на экране ЭЛО. На время $T_{обр}$ трубка закрывается, и эта часть исследуемого сигнала не видна. Таким образом, изображение на экране ЭЛО будет представлять несколько отрезков сигналов синусоидальной формы, наложенных друг на друга.

Устойчивое изображение на экране ЭЛО получится только при соблюдении условия

$$T_x = m T_y, \text{ где } m - \text{целое число.}$$

Задача 18

Напряжение переменного тока частотой порядка 1 кГц измеряется на выходе резистивного делителя напряжения $R_1 - R_2$ с помощью вольтметра, особенности схемного решения, градуировки шкалы, а также основные метрологические характеристики которого указаны в табл.10, где тип детектора: А - пиковый, КВ - среднеквадратический, СВ - средневыпрямленного значения; вид входа: О - открытый; З - закрытый. Градуировка шкалы: U_m - в пиковых значениях напряжения любой формы; $U_{ск}$ - в среднеквадратических значениях напряжения любой формы; U_{sin} - в среднеквадратических значениях напряжения синусоидальной формы;

$R_{вх}$ - активная составляющая входного сопротивления данного вольтметра.

Таблица 27

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип детектора	КВ				СВ				А	
Вид схемы входа	0		3		0		3		3	
Градуировка шкалы	$U_{ск}$				U_{sin}				U_m	
Класс точности $\textcircled{1,5}$	1,5	1,0/0,5	$\textcircled{2,5}$	2,5	4,0	2,5/0,5	$\textcircled{4,0}$	4,0	2,5/1,5	4,0
$R_{вх}$, кОм	10^3				10^4				$5 \cdot 10^3$	
$R1(R2)$, кОм	10^2				10^3				$5 \cdot 10^2$	

Определить пиковое, среднеквадратическое или средневыпрямленное значение напряжения на выходе делителя напряжения, если напряжение имеет вид:

- однополярных пилообразных импульсов (ОПИ);
- однополярных импульсов прямоугольной формы со скважностью 3 (ОИ);
- двухполярных импульсов прямоугольной формы со скважностью 2 (ДИ);
- двухполярных импульсов треугольной формы со скважностью 2 (ТИ).

Форма исследуемого сигнала, показание вольтметра $u_{пок}$, предельное значение его шкалы $u_{пред}$ и определяемое значение напряжения приведены в табл. 28.

Нестабильностью резисторов делителя $R1(R2)$ пренебречь.

Таблица 28

Данные	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Форма сигнала	ОИ	ОП И	ТИ	ДИ	ОИ	ОП И	ТИ	ДИ	ОИ	ОП И
$u_{пред}$, В	300			500			150			
$u_{пок}$, В	125	295	185	490	272	184	145	84,5	57,5	125
Определяемое значение напряжения	Среднеквад- ратическое	Пиковое	Средневы- прямленное	Среднеквад- ратическое	Пиковое	Средневы- прямленное	Пиковое	Средневы- прямленное	Среднеквад- ратическое	Пиковое

Указание

Для решения задачи необходимо вспомнить, что понимается под пиковым, среднеквадратичным и средневыпрямленным значениями периодического сигнала, а также понятия коэффициента амплитуды и формы сигнала ([2], с. 50...51).

Из анализа схемных особенностей вольтметра следует выяснить, на какое значение сигнала будет реагировать детектор вольтметра ([2], с. 75...83) и какой коэффициент был использован при градуировке шкалы вольтметра.

Все вышесказанное позволит определить аналитическую зависимость между показанием вольтметра и любым значением напряжения периодического сигнала.

Любое значения напряжения с учетом класса точности вольтметра находится в пределах

$$\begin{aligned} (u_m^{(пок)} + \theta) - \varepsilon &\leq u_m \leq (u_m^{(пок)} + \theta) + \varepsilon, \\ (u_{св}^{(пок)} + \theta) - \varepsilon &\leq u_{св} \leq (u_{св}^{(пок)} + \theta) + \varepsilon, \\ (u_{ск}^{(пок)} + \theta) - \varepsilon &\leq u_{ск} \leq (u_{ск}^{(пок)} + \theta) + \varepsilon, \end{aligned}$$

где $u_m^{(пок)}$, $u_{св}^{(пок)}$, $u_{ск}^{(пок)}$ - соответствующие значения напряжения, определенные по показанию;

θ - абсолютная детерминированная поправка к показаниям вольт-метра;

$\pm\varepsilon$ - абсолютная погрешность результата измерения напряжения.

При $R_1 = R_2 = R$ абсолютная поправка может быть определена по формуле:

$$\theta = \frac{R/R_{вх}}{2 + R/R_{вх}} \cdot u_{пок}.$$

Пример: тип детектора - СВ;

вид схемы входа - О;

градуировка шкалы - U_{sin} ;

класс точности вольтметра 2,5;

$R_{вх}$, МОм ... 50;

$R_1(R_2) = R$, МОм ... 5;

форма сигнала ... ОПИ;

$u_{пред}$, В ... 500;

$u_{пок}$, В ... 184.

Решение

Необходимо определить пределы, в которых находится средневыпрямленное значение напряжения.

При использовании любого вольтметра переменного тока справедливо тождество: показание всегда соответствует такому значению исследуемого сигнала, каков в вольтметре детектор.

В данном случае:

$$u_{пок} \equiv u_{св}^{(пок)}.$$

Переход от тождества к равенству осуществляется с помощью градуировочного коэффициента

$$u_{пок} = 1,11 u_{св}^{(пок)}.$$

Отсюда средневыпрямленное значение, определенное по показанию

$$u_{\text{св}}^{(\text{пок})} = \frac{u_{\text{пок}}}{1,11}.$$

Средневыпрямленное значение исследуемого сигнала находится в интервале

$$\left(\frac{u_{\text{пок}}}{1,11} + \theta \right) - \varepsilon \leq u_{\text{св}} \leq \left(\frac{u_{\text{пок}}}{1,11} + \theta \right) + \varepsilon.$$

Рассчитаем абсолютную детерминированную поправку к показаниям вольтметра:

$$\theta = \frac{\frac{R}{R_{\text{вх}}}}{2 + \frac{R}{R_{\text{вх}}}} \cdot u_{\text{пок}} = \frac{\frac{5}{50}}{2 + \frac{5}{50}} \cdot 184 \cong 9\text{В}.$$

Рассчитаем $\pm\varepsilon$:

$$\pm\varepsilon = U_{\text{пред}} \cdot p \cdot 10^{-2} = 500 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} \cong 12\text{В}.$$

Таким образом:

$$\left(\frac{184}{1,11} + 9 \right) - 12 \leq u_{\text{св}} \leq \left(\frac{184}{1,11} + 9 \right) + 12.$$

$$167 \leq u_{\text{св}} \leq 191 \text{ (В)}.$$

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача 1

В первую и вторую графы табл. 29 внесены 100 независимых числовых значений результата измерения напряжения постоянного тока цифровым вольтметром, каждое из которых повторилось m раз. Записать результат измерения.

Таблица 29

$U, \text{В}$	m	$mU, \text{В}$	$U - \hat{U}, \text{В}$	$\left(U - \hat{U} \right)^2, \text{В}^2$	$m \left(U - \hat{U} \right)^2, \text{В}^2$
8,30	1	8,30	- 0,33	0,1089	0,1089
8,35	2	16,70	- 0,28	0,0784	0,1568
8,40	4	33,60	- 0,23	0,0529	0,2116
8,45	5	42,25	- 0,18	0,0324	0,1620
8,50	8	68,00	- 0,13	0,0169	0,1352
8,55	10	85,50	- 0,08	0,064	0,0640
8,60	18	154,80	- 0,03	0,009	0,0162
8,65	17	147,05	0,02	0,0004	0,0068

8,70	12	104,40	0,07	0,0049	0,0588
8,75	9	78,75	0,12	0,0144	0,1296
8,80	7	61,60	0,17	0,0289	0,2023
8,85	6	53,10	0,22	0,0484	0,2904
8,90	0	-	-	-	-
8,95	1	8,95	0,32	0,1024	0,1024

Решение. 1. Используя результаты вспомогательных вычислений, сведенные в третью графу табл. 14, рассчитываем среднее арифметическое значение результата измерения:

$$\hat{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{100} U_i = 8,63 \text{ В.}$$

2. Используя вспомогательные вычисления в четвертой, пятой и шестой графах табл. 14, рассчитаем оценку среднего квадратического отклонения отдельного наблюдения:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{100} (U_i - \hat{U})^2} = 0,127 \text{ В.}$$

3. Проверка массива экспериментальных данных на наличие промахов по «правилу трех сигм». Больше чем на $3S = 0,381 \text{ В}$ от среднего арифметического значения не отличается ни одно из числовых значений результата измерения.

Следовательно, можно считать, что массив экспериментальных данных промахов не содержит.

4. Строим гистограмму. Вид построенной гистограммы может свидетельствовать о том, что возможной теоретической моделью данного распределения может служить нормальный закон распределения вероятности, который и примем с целью идентификации.

Существует несколько так называемых критериев согласия, по которым проверяются гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения вероятности результата измерения.

Наиболее распространенным из них является критерий К. Пирсона. При использовании этого критерия за меру расхождения экспериментальных данных с теоретическим законом распределения вероятности результата измерения принимается сумма квадратов отклонения частот m_i/n от теоретической вероятности P_i попадания отдельного значения результата измерения в i -й интервал, причем каждое слагаемое берется с коэффициентом n/P_i :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n}{P_i} \left(\frac{m_i}{n} - P_i \right)^2.$$

Если расхождение случайно, то χ^2 подчиняется χ^2 -распределению (хи-квадрат распределению К. Пирсона).

В таблице приложения 2 приведены значения χ_0^2 при разной доверительной вероятности и разных значениях числа интервалов k . Задавшись значением доверительной вероятности и числом интервалов, можно проверить, больше или меньше χ_0^2 вычисленного значения χ^2 .

Если меньше, то с выбранной вероятностью χ^2 можно считать случайным числом, подчиняющимся χ^2 -распределению К. Пирсона, т. е. признать случайным расхождение между эмпирической и теоретической плотностью распределения вероятности результата измерения. Если же окажется, что $\chi^2 > \chi_0^2$, то с той же вероятностью придется признать, что χ^2 не подчиняется χ^2 -распределению К. Пирсона, т. е. гипотеза о соответствии эмпирического закона распределения вероятности теоретическому не подтверждается.

5. При использовании критерия К. Пирсона в каждом интервале должно быть не меньше пяти независимых значений результата измерения. В соответствии с этим образуем интервалы так, как это представлено во второй графе табл. 30.

Таблица 30

i	Интервалы		m_i	t_i	$L(t_i)$	P_i	$m_i - nP_i$	$\frac{(m_i - nP_i)^2}{nP_i}$
	$(U_{i-1};$	$U_i)$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	(- ∞	8,425)	7	- 1,614	- 0,4467	0,0533	1,67	0,523
2	(8,425;	8,475)	5	- 1,220	- 0,3888	0,0579	- 0,79	0,108
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	(8,475;	8,525)	8	- 0,827	- 0,2959	0,0929	- 1,29	0,179
4	(8,525;	8,575)	10	- 0,433	- 0,1676	0,1283	- 2,83	0,624
5	(8,575;	8,625)	18	- 0,039	- 0,0156	0,1520	2,80	0,516
6	(8,625;	8,675)	17	0,354	0,1383	0,1539	1,61	0,168
7	(8,675;	8,725)	12	0,748	0,2728	0,1345	- 1,45	0,157
8	(8,725;	8,775)	9	1,142	0,3733	0,1005	- 1,05	0,110
9	(8,775;	8,825)	7	1,536	0,4377	0,0644	0,56	0,048
10	(8,825;	+ ∞)	7	+ ∞	0,5000	0,0623	0,77	0,095

6. Определяем, на сколько S отстоит от среднего арифметического значения, правая граница U_i каждого интервала

$$t_i = \frac{U_i - \hat{U}}{S} = \frac{U_i - 8,63}{0,127}.$$

Полученные значения внесем в четвертую графу табл. 30.

7. По значению параметра t_i можно определить, с какой вероятностью отдельное значение результата измерения, подчиняющегося нормальному

закону распределения вероятности, попадает в интервал $\hat{U} \pm U_i$. Эта вероятность определяется интегралом вероятности – функцией Лапласа $L(t_i)$, представленной в приложении 1. Полученные значения $L(t_i)$ занесены в пятую графу табл. 30.

8. Теоретическая вероятность P_i попадания в i -й интервал отдельного значения результата измерения, подчиняющегося нормальному закону распределения вероятности, равна

$$P_i = L(t_i) - L(t_{i-1}).$$

Принимая во внимание, что $L(-\infty) = -0,5$, а $L(+\infty) = +0,5$, полученные расчетные значения P_i сведены в шестую графу табл. 30.

9. В седьмую и восьмую графы табл. 30 внесены результаты остальных вспомогательных вычислений. Суммирование чисел в восьмой графе дает

$$\chi^2 = 2,528.$$

10. Из таблицы приложения 2 видно, что рассчитанное значение $\chi \ll \chi_0^2$ соответствует, например, вероятности 0,95. Следовательно, можно принять гипотезу о том, что результат измерения подчиняется нормальному закону.

11. Рассчитываем стандартное отклонение среднего арифметического значения результата измерения:

$$S_{\hat{U}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = 0,04 \text{ В.}$$

12. Из таблицы приложения 3 определяем параметр t при числе независимых наблюдений $n \geq 50$ и выбранной доверительной вероятности 0,95. Рассчитываем половину доверительного интервала, в котором находится результат измерения:

$$\varepsilon = t S_{\hat{U}} = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ В.}$$

13. Определяем пределы, в которых находится значение измеренной величины:

$$\hat{U} - \varepsilon \leq U \leq \hat{U} + \varepsilon.$$

$$(8,63 - 0,08) \text{ В} \leq U \leq (8,63 + 0,08) \text{ В} \quad \text{или} \quad 8,55 \text{ В} \leq U \leq 8,71 \text{ В.}$$

Ответ: С вероятностью $P = 0,95$ результат измерения находится в доверительном интервале $U = [8,55 \dots 8,71]$.

Задача 3

В условии задачи $c = 0,5$; $n = 2$, параметрический ряд A задан рядом $R 40/3 (1,18 \dots 3,35)$. Выбрать члены рядов взаимосвязанных параметров A и B и определить их порядковые номера.

1. Определим в приложении 4 ряд параметров A , его знаменатель и порядковые номера членов $R 40/3 (1,18; 1,4; 1,70; 2; 2,36; 2,8; 3,35)$;

$$\Phi_A = \frac{1,40}{1,18} = 1,18;$$

$$N_1=3; N_2=6; N_3=9; N_4=12; N_5=15; N_6=18; N_7=21.$$

2. Находим приближенное значение параметров B_I , соответствующее первому члену A_I :

$$A_I=0,5 (B_I)^2; \quad A_I=1,18; \quad B_I = \left(\frac{1,18}{0,5} \right)^{\frac{1}{2}} = 1,5.$$

3. Определим значение знаменателя ряда B :

$$\Phi_A = \Phi_B^2 \quad \Phi_B = \Phi_A^{1/2} = (1,18)^{1/2} = 1,08 \approx 1,06.$$

4. Определяем ряд параметра B , его обозначения и порядковые номера членов:

Ряд B :

$$R\ 40/2 \ (1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,00; 2,12),$$

$$N=N_T+K40; \quad K=0;$$

$$N_1=7; N_2=8; N_3=9; N_4=10; N_5=11; N_6=12; N_7=13.$$

Результаты вносим в таблицу по форме 3.

Форма 3

Обозначение парам.	Обозначение ряда	Знаменатель ряда	Значение параметров						
			1	2	3	4	5	6	7
A	R40/3	1,18	1,18	1,4	1,70	2	2,36	2,8	3,35
			3	6	9	12	15	18	21
B	R40/2	1,12	1,5	1,7	1,9	2,12	2,36	2,65	3,0
			7	9	11	13	15	17	19

Задача 5

В какой системе выполнена и к какой группе относится посадка, полученная при соединении вала 25 f7 с отверстием 25 H7? Построить схему полей допусков, вычислить и показать на схеме предельные размеры сопрягаемых деталей, а также предельные зазоры посадки. Привести обозначения посадки тремя способами.

Указание. По обозначению основного отклонения отверстия (H - основное отверстие) и вала можно заключить, что посадка выполнена в системе отверстия. Основное отклонение вала находится в зоне основных отклонений $a...h$ ([3], с. 205), следовательно, при соединении с данным отверстием образуется посадка с зазором.

Схема полей допусков строится с использованием табличных значений предельных отклонений отверстия и вала.

В табл. 1.27 ([6], ч.1, с.79) находим, что номинальный размер 25мм попадает в интервал размеров "свыше 18 до 30". В графе "H 7" таблицы полей допусков находим предельные отклонения данного размера: $ES=+21$ мкм= $+0.021$ мм и $EI=0$.

В табл. 1.28 ([6], ч. 1, с. 83) в графе "f7" находим, что $es = - 20$ мкм и $ei = - 41$ мкм.

Предельные размеры сопрягаемых деталей определяются следующим образом:

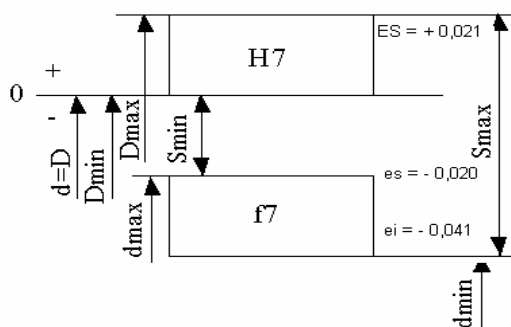
$$D_{\max} = D + ES = 25,000 + (+ 0,021) = 25,021\text{мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 25,000 + 0 = 25,000 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d + es = 25,000 + (- 0,020) = 24,980 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 25,000 + (- 0,041) = 24,959 \text{ мм}.$$

Схема полей допусков посадки изображена ниже.



Предельные зазоры посадки определяются по формулам:

$$S_{\max} = ES - ei = (+0,021) - (-0,041) = 0,062;$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,020) = 0,020.$$

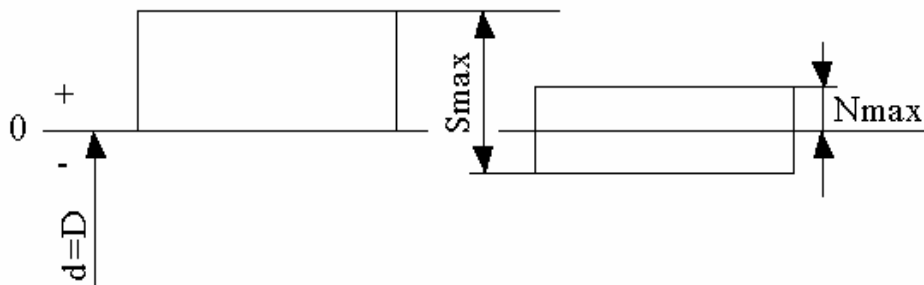
Обозначение посадки тремя способами, используемыми при указании размеров на чертежах:

$$25 \frac{H7}{f7}; \quad 25 \begin{matrix} + 0,021 \\ - 0,020 \\ - 0,041 \end{matrix}; \quad 25 \frac{H7}{f7} \begin{pmatrix} + 0,021 \\ - 0,020 \\ - 0,041 \end{pmatrix}.$$

Задача 6

Подобрать такую посадку в системе отверстия, чтобы предельные зазоры и натяги были равны соответственно $S_{\max} = 0,033$ мм , $N_{\min} = 0,008$ мм. Номинальный размер соединения равен 35 мм.

Указание. По условию задачи требуется подобрать переходную посадку в системе отверстия с заданными характеристиками. Построим принципиальную схему полей допусков переходной посадки в системе отверстия.



Определим верхнее отклонение вала:

$$es = N_{\max} + EI = N_{\max} = +0,008 \text{ (так как } EI = 0 \text{ у основного отверстия).}$$

По заданному номинальному размеру и значению es вала по табл. 1.29

([6], ч. 1, с. 91) установим поле допуска вала $35 j_6 (\pm 0,008)$.

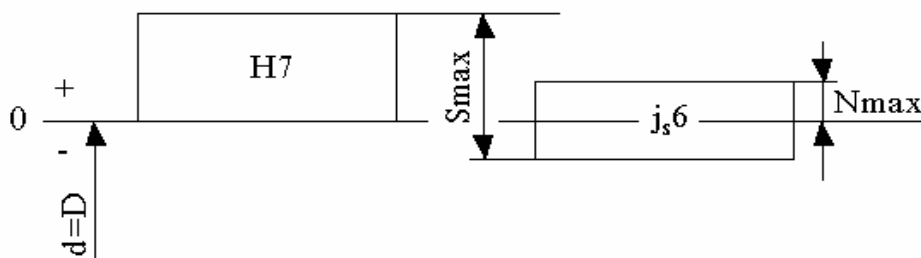
Вычислим верхнее предельное отклонение отверстия по формуле

$$S_{\max} = ES - ei; ES = S_{\max} + ei = 0,033 + (-0,008) = +0,025.$$

По табл. 1.27 ([6], т. I, с. 79) определим поле допуска отверстия $35 H7$.

Окончательно имеем: $35 \frac{H7 \left[\begin{array}{c} +0,025 \\ \hline \end{array} \right]}{j_6 (\pm 0,008)}$.

Схема полей допусков изображена ниже.



Задача 7

Подобрать посадку шарикового радиального подшипника 6-го класса точности на вал, обеспечивающую предельные натяги, равные соответственно:

$$N_{\max} = 0,026 \text{ мм}, N_{\min} = 0,010 \text{ мм}.$$

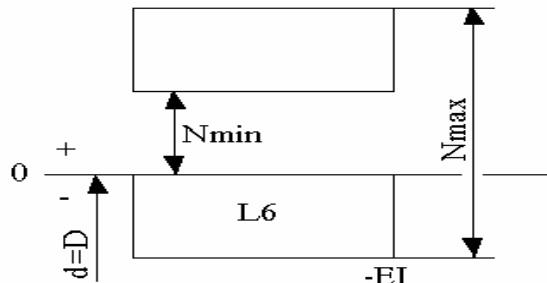
Номинальный размер соединения равен 10 мм.

Указание. Посадка подшипника на вал осуществляется в системе отверстия. Следовательно, поле допуска на вал будем подбирать в системе отверстия (см. предыдущую задачу).

Предельные отклонения на внутреннее кольцо подшипника 6-го класса точности находим по табл. 4.82([6], ч. 2, с. 273) в графе dm :

$$ES = 0 ; EI = - 0,007.$$

Поле допуска на внутреннее кольцо подшипника обозначается сочетанием буквы "L" с цифрой, определяемой классом точности подшипника. В данном случае условное обозначение поля допуска будет - "L6". Построим схему полей допусков для сопряжения подшипник - вал. Поскольку соединение должно обеспечить гарантированный натяг, поле допуска вала должно находиться над полем допуска отверстия.



Определим предельные отклонения вала:

$$ei = N \min = + 0,01;$$

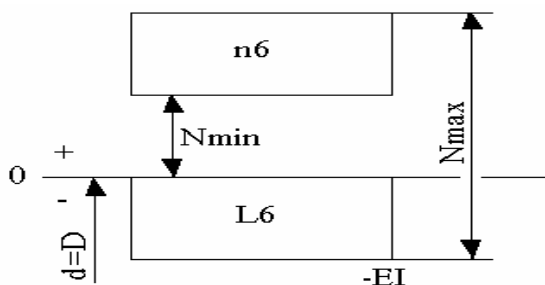
$$es = N \max + EI = 0,026 + (-0,007) = +0,019.$$

По табл. 1.29([6], ч. 1, с. 91) установим поле допуска вала - " n6 ".

Следовательно, заданным условиям отвечает посадка

$$L6 \left(\begin{array}{c} -0,007 \\ 0 \end{array} \right) / n6 \left(\begin{array}{c} +0,019 \\ +0,010 \end{array} \right).$$

Схема полей допусков для сопряжения подшипник – вал представлена ниже.

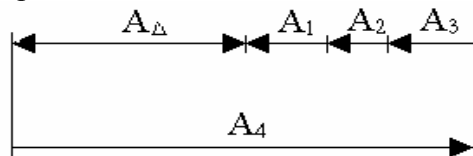


Задача 9

Заданы предельные отклонения исходного (закрывающего) звена A_{Δ} :

$$EsA_{\Delta} = + 0,13 ; EiA_{\Delta} = - 0,15$$

Определить предельные отклонения размеров составляющих звеньев приведенной ниже сборочной размерной цепи со следующими номинальными размерами этих звеньев: $A_1 = 5$; $A_2 = 3$; $A_3 = 4$; $A_4 = 30$. Построим схему размерной цепи.



Указание. Для расчета размерной цепи необходимо выявить увеличивающие и уменьшающие звенья. Анализ заданной сборочной размерной цепи позволяет установить, что звено A_4 - увеличивающее, звенья A_1, A_2, A_3 - уменьшающие.

Определим номинальный размер $A_Δ$:

$$A_Δ = \sum A_{i_{ув}} - \sum A_{i_{ум}} = 30 - (5+3+4) = 18.$$

Допуск замыкающего размера равен

$$TA_Δ = EsA_Δ - EiA_Δ = +0,13 - (-0,15) = 0,28.$$

Размерная цепь содержит подшипник - звено A_3 . Следовательно, $TA_{ст} = TA_3 = 0,12$ (см. с. 45 методических указаний). Для установления уровня точности изготовления составляющих звеньев рассчитаем значение коэффициента точности $a_{ср}$, предварительно определив значение единиц допуска для всех звеньев ([6], ч. 2, с. 20):

$$a_{ср} = \frac{TA_Δ - \sum_{j=1}^k TA_{cm}}{\sum_{j=1}^{m-k-1} i_j} = \frac{280 - 120}{(0,73 + 0,55 + 1,31)} = 61,8. \quad (1)$$

Все результаты расчета рекомендуется заносить в табл. по форме 2.

По табл. 1.9 ([6], ч. 1, с. 45) находим, что ближайшее стандартное значение " a " = 64. Следовательно, принимаем 10-й квалитет для изготовления составляющих звеньев. Назначим допуски для составляющих звеньев (см. табл. 1.8 [6], ч. 1, с. 44) по 10-му квалитету:

$$TA_1 = 48; TA_2 = 40; TA_3 = 120; TA_4 = 84.$$

Следовательно: $\sum TA_j = 48 + 40 + 120 + 84 = 292$.

Условие

$$TA_Δ \geq \sum TA_j \quad (1) \text{ не выполняется.}$$

Звено A_1 выбираем в качестве зависимого и назначаем допуск его размера по ближайшему более точному квалитету $TA_1 = 30$.

Окончательно

$$\sum_{j=1}^{m-1} TA_{j,cm} = 30 + 40 + 120 + 84 = 274.$$

Условие $TA_Δ \geq \sum TA_j$ выполняется, так как $280 > 274$.

Анализ размерной цепи позволяет установить, что в соответствии с принятой классификацией размеры A_1 , A_2 - охватываемые, размер A_4 сборочный, поэтому предельные отклонения для него следует назначить симметрично. В табл. 16 приведены предельные отклонения всех составляющих звеньев и результаты расчета средних отклонений полей допусков.

$$\begin{aligned} \text{Условие } E_c A_\Delta &= \Sigma E_c A_{\text{ув}} - \Sigma E_c A_{\text{ум}} & (2) \\ -10 &< 0 - (-15-20-60) \\ -10 &= +95 \text{ не выполняется} \end{aligned}$$

Пусть A_1 - зависимое звено. Рассчитаем $E_c A_1$, удовлетворяющее условию (2).

$$E_c A_1 = E_c A_4 - E_c A_2 - E_c A_3 - E_c A_\Delta;$$

$$E_c A_1 = 0 - (-20) - (-60) - (-10) = +90.$$

$$\text{Тогда } E_s A_1 = E_c A_1 + 1/2 T A_1 = +90 + 15 = +105;$$

$$E_i A_1 = E_c A_1 - 1/2 T A_1 = +90 - 15 = +75.$$

$$\text{Следовательно, } A_1 = 5^{+0,105}_{+0,075}.$$

Ближайшего стандартного поля допуска нет.

Пример выполнения задачи №10

Задание

Составить регистрационный номер сертификата по содержанию соответствующих позиций (*, №3, №4, №8) и дать комментарий к остальным позициям сертификата соответствия (см. табл. 31)

Таблица 31

№ позиции	Содержание позиции	Комментарии по данной позиции сертификата	Пример выполнения задачи
1	Регистрационный № сертификата	Порядок составления приведен в опорном конспекте (раздел 5.3.2.)	РОСС DE. DE01. В 04137 1 2 3 4 5 (ответ)
*	Обязательная сертификация		А или В – если обязательная С или Н – если добровольная сертификации.
2	С 07.09.1998 по 06.09.1999	Указать максимально возможный срок действия сертификата	3 года – на продукцию и системы кач-ва;
3	РОСС RU.0001.11 DE01 1 2 3	Опорный конспект, раздел 5.3.2	Структура регистрац. № органа по сертификации <i>Окончание табл. 31</i>
4	Свинцовые стартовые аккумуляторы VARTA, BOSCH и т.д., серия	Учитывается при определении кода тип объекта сертификации	А,С – если партия или единичные изделия; В,Н – если серия.
5	Код отсутствует	Объясните почему?	Так как продукция

			импортная
6	ГОСТ 29111-91, ГОСТ 12.2.007.12-88		Требования к продукции должны соответствовать указанным ГОСТам
7	Код ТН ВЭД 8507 10 81	Что означает наличие кода?	Так как продукция импортная
8	Ам. Лайнеуфер 51, 30419 Ганновер, Германия		Юридический адрес изготовителя
9	Ам. Лайнеуфер 51, 30419 Ганновер, Германия		Юридический адрес получателя сертификата
10	Сертификат № 02905 от 07.09.98 г.; экспертиза №3835\1\98 от 07.09.98 г. рег. № РОСС RU.0001.3102682; декларация изготовителя о соответствии от 28/08/98 г.	Поясните термин «декларация изготовителя»	См. раздел 5.2.1
11	Система менеджмента качества (СМК) сертифицирована по МС ИСО 9001:2000	Пояснить значение СМК в рыночных условиях	Повышает имидж изготовителя
12	Подписи руководителя и эксперта		

Номин. размер звена, мм $A_j, A_{ст}, A_{\Delta}$	Тип звена		i , мкм	Допуск		Тип размера			E_s , мкм		E_i , мкм		E_c , мкм		Окончательная запись размеров смешанным способом
	УВ	УМ		TA_j	$TA_{ст}$	вал	отв.	уст.	УВ	УМ	УВ	УМ	УВ	УМ	
$A_1=5$		УМ	0,73	30		вал				0		-30		-15	$A_1 = 5^{+0,105}_{+0,075}$
$A_2=3$		УМ	0,55	40		вал				0		-40		-20	$A_2 = 3h10_{(-0,04)}$
$A_3=4$		УМ			120	вал				0		-120		-60	$A_3 = 4_{-0,12}$
$A_4=30$	УВ		1,31	84				уст	+42		-42		0		$A_4 = 30js10(\pm 0,042)$
$A_{\Delta}=18$															$A_{\Delta} = 18^{+0,13}_{-0,15}$
Сумма			2,59	154	120										
Проверяе- мые усло- вия замк- нутости цепи	$A_{\Delta} = \sum A_{ув} - \sum A_{ум}$ $A_{\Delta} = 30 - (5 + 3 + 4) =$ $30 - 12 = 18$		$TA_{\Delta} = 280$		$TA_{\Delta} \geq \sum TA_{ст} +$ $\sum TA_j$ $280 > 274$				$EsA_{\Delta} = +130$		$EiA_{\Delta} = -150$		$EcA_{\Delta} = -10$		$EcA_{\Delta} = \sum EcA_{ув} - \sum EcA_{ум}$ $-10 = 0 - (+90 - 20 - 60)$

4.2. Тесты текущего контроля (тренировочные)

раздел 1. Метрология

Тест № 1(к теме 1.1)

1. Что является качественной характеристикой измеряемых величин?

- А. размерность.
- Б. размер.
- В. значение.
- Г. числовое значение.

2. Что является количественной характеристикой измеряемых величин?

- А. размер.
- Б. размерность.
- В. значение.
- Г. числовое значение.

3. Что зависит от выбора единиц измерений?

- А. числовое значение.
- Б. размерность.
- В. значение.
- Г. размер.

4. Сколько основных единиц в СИ?

- А. 7. Б. 6. В. 5. Г. 8.

5. Можно ли при измерении обойтись без измерительного эксперимента, заменив его расчетом?

- А. нет.
- Б. да.
- В. в случае необходимости.
- Г. в отдельных случаях.

6. Сколько существует измерительных шкал?

- А. 3. Б. 2. В. 4. Г. 5.

Тест № 2 (к теме 1.2)

1. Какие бывают условия измерений?

- А. нормальные.
- Б. неблагоприятные.
- В. хорошие.
- Г. плохие.
- Е. благоприятные.
- Ж. средние.

2. В каких условиях вносятся поправки в показания измерительных приборов?

- А. в рабочих.
- Б. в плохих.
- В. в удовлетворительных.
- Г. в нормальных.
- Е. в неблагоприятных.
- Ж. в нерабочих.

3. Имеет ли результат измерения конкретное числовое значение?

- А. нет.
- Б. да.
- В. в некоторых случаях.

4. Каким законом распределения вероятности описывается результат измерения цифровым измерительным прибором?

- А. дискретным.
- Б. непрерывным.
- В. нормальным.
- Г. теоретическим.

5. Каким законом распределения вероятности описывается результат измерения аналоговым измерительным прибором?

- А. непрерывным.
- Б. нормальным.
- В. дискретным.
- Г. теоретическим.

6. В каком случае при решении обратной задачи теории измерений используется неравенство П.Л. Чебышева?

- А. при неизвестном законе распределения вероятности результата измерения.
- Б. при равномерном законе распределения вероятности результата измерения.
- В. при нормальном законе распределения вероятности результата измерения.

Тест № 3 (к теме 1.3)

1. Что обеспечивается при соблюдении единства измерений?

- А. достоверность.
- Б. правильность.
- В. точность.
- Г. неопределенность.

2. Что относится к научной основе обеспечения единства измерений?

- А. теоретическая метрология.
- Б. метрологические службы и их деятельность.
- В. средства воспроизведения единиц и передачи информации об их размерах средствам измерений.
- Г. метрологические требования, правила и нормы.

3. Что относится к нормативно-правовой основе обеспечения единства измерений?

- А. метрологические требования, правила и нормы.
- Б. метрологические службы и их деятельность.
- В. средства воспроизведения единиц и передачи информации об их размерах средствам измерений.
- Г. теоретическая метрология.

4. Что относится к организационной основе обеспечения единства измерений?

- А. метрологические службы и их деятельность.
- Б. метрологические требования, правила и нормы.
- В. средства воспроизведения единиц и передачи информации об их размерах средствам измерений.
- Г. теоретическая метрология.

5. Что относится к технической основе обеспечения единства измерений?

- А. средства воспроизведения единиц и передачи информации об их размерах средствам измерений.
- Б. метрологические службы и их деятельность.
- В. метрологические требования, правила и нормы.
- Г. теоретическая метрология.

6. Сколько государственных эталонов основных единиц SI?

- А. 6. Б. 5. В. 7. Г. 8.

Раздел 2. Стандартизация

Тест № 4 (к теме 2.1)

1. Из приведенных ниже утверждений правильным является

А. комплексная стандартизация – целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимосвязанных требований как к самому объекту в целом, так и к его основным элементам в целях обеспечения оптимального решения конкретной проблемы.

Б. комплексная стандартизация – это стандартизация, заключающаяся в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм и требований к объекту стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время.

В. стандартизация – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач.

2. Из приведенных ниже утверждений правильным является

А. принцип динамичности заключается в том, что для повышения эффективности стандартизации необходимо систематически обновлять требования путем периодического пересмотра стандартов и приведения уровня норм в соответствие с достижениями технического прогресса.

Б. принцип перспективности и установления опережающих требований – это принцип сведения к единообразию предметов, процессов и устанавливаемых к ним требований.

В. принцип унификации (принцип управления многообразием) заключается в установлении повышенных по отношению к достигнутому на практике уровню норм и требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время.

3. Из приведенных ниже параметров изделия является наиболее стабильным и долговечным является

А. главный. Б. основной. В. вспомогательный.

4. Из приведенных ниже признаков для комплексной стандартизации наиболее характерным является

А. разработка оптимальных взаимосвязанных требований к элементам объекта и к самому объекту комплексной стандартизации.

Б. разработка требований к материальным элементам объекта комплексной стандартизации.

В. межотраслевой характер использования.

Г. разработка требований к нематериальным элементам объекта комплексной стандартизации.

5. Относительная разность между двумя соседними членами составляет 12% в предпочтительном ряду

А. R20. Б. R10. В. R5. Г. R40.

6. Из приведенных рядов на основе ряда R10 получен ряд

А. 0,100. 0,125. 0,160. 0,200 ... Б. 1. 1,6. 2,5. 4,0 ...

В. 0,100. 0,125. 0,130. 0,135 ... Г. 0,1. 0,12. 0,14. 0,16 ...

Тест № 5 (к теме 2.2)

1. Отношение общего количества составных частей изделия к общему количеству типоразмеров изделия. Это

А. коэффициент повторяемости составных частей.

Б. коэффициент применяемости.

В. коэффициент повторяемости составных частей в %.

Г. коэффициент межпроектной унификации.

2. Отношение количества сокращенных за счет взаимной унификации типоразмеров составных частей данной группы изделий к максимальному сокращению количества типоразмеров составных частей этой группы в процентах. Это

А. коэффициент межпроектной унификации.

Б. коэффициент применяемости.

В. коэффициент повторяемости составных частей.

Г. коэффициент повторяемости составных частей в %.

3. Выраженное в процентах отношение количества заимствованных, покупных и стандартизованных типоразмеров к общему количеству типоразмеров изделия. Это

А. коэффициент применяемости.

Б. коэффициент повторяемости составных частей в %.

В. коэффициент повторяемости составных частей.

Г. коэффициент межпроектной унификации.

4. Степень насыщенности изделия повторяющимися составными частями определяется:

А. коэффициентом повторяемости составных частей в %.

Б. коэффициентом применяемости.

В. коэффициентом повторяемости составных частей.

Г. коэффициентом межпроектной унификации.

5. Правильным утверждением из нижеприведенных является:

А. Межтиповая унификация - это унификация изделий различного типа и различного конструктивного решения.

Б. Межразмерная унификация - это унификация всех модификаций определенного объекта с базовой моделью или между собой внутри одного типоразмера.

В. Внутриразмерная - это унификация базовых моделей или их модификаций между разными размерами параметрического ряда изделий, но внутри одного типа.

6. Правильным утверждением из нижеприведенных является:

А. Унификация - рациональное сокращение видов, типов и размеров изделий одинакового функционального назначения.

Б. Взаимозаменяемость - компоновка оборудования, машин и приборов из отдельных взаимозаменяемых сборочных единиц, представляющих законченное изделие.

В. Систематизация - метод стандартизации, заключающийся в установлении типовых объектов для данной совокупности и принимаемых за основу (базу) при создании других объектов, близких по функциональному назначению.

Г. Агрегатирование - свойство, независимо изготовленных деталей и сборочных единиц занимать свое место в сборке и выполнять свое служебное назначение, не нарушая технических требований к изделию в целом. Это определение понятия.

Тест № 6 (к теме 2.3)

1. Национальная стандартизация в РФ устанавливает для стандартов:

А. 6 видов. Б. 15 видов. В. 4 вида. Г. 2 вида.

2. Стандарты предприятия могут разрабатываться на объекты:

А. продукция, выпускаемая данным предприятием.

Б. продукция межотраслевого применения.

В. элементы продукции, выпускаемой другим предприятием.

Г. экспортная продукция.

3. Продукция межгосударственного применения является объектом

А. ГОСТ. Б. ГОСТ Р. В. СТО. Г. сводов правил.

4. Из приведенных информационных изданий перечень национальных стандартов РФ содержит:

А. указатель «Национальные стандарты».

Б. информационный указатель.

В. общероссийский классификатор.

Г. указатель международных стандартов.

5. Из приведенных ниже нормативно-технических документов Ростехрегулирование утверждает:
А. ГОСТ Р. Б. ГОСТ. В. СТО. Г. МС ИСО.

6. Из приведенных ниже межотраслевых систем стандартов единую унифицированную, обезличенную систему обозначения изделий и конструкторских документов регламентирует:
А. ЕСКД. Б. ЕСТД. В. ЕСТПП. Г. СРПП.

Тест № 7 (к теме 2.4)

1. Из приведенных организаций работу по международной стандартизации в глобальном масштабе осуществляет:
А. ИСО. Б. МГС. В. ЕОК. Г. ВЕН.

2. Из приведенных ниже организаций ведет работу в региональном масштабе (является региональной Международной организацией по стандартизации):
А. МГС. Б. ИСО. В. МЭК. Г. МОЗМ.

3. Из приведенных ниже утверждений правильным является утверждение:

А. МГС (Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации) ведет работу по международной стандартизации в региональном масштабе.

Б. МОЗМ является национальной организацией по стандартизации (в ней сотрудничают представители национальных организаций по стандартизации).

В. МЭК является правительственной организацией по стандартизации (т. е. в ней сотрудничают представители правительств стран-участниц).

Г. стандарты ИСО обязательны к применению во всех странах.

4. Минимальный процент стран-участниц, которые должны проголосовать за проект стандарта МЭК для его принятия составляет:
А. 80% . Б. 75%. В. 50% .Г. 100%.

5. Из приведенных ниже органов МЭК высшим органом является:

А. совет МЭК.

Б. технический комитет.

В. центральное бюро.

Г. рабочая группа.

6. Из приведенных ниже утверждений ложным является:

А. МОЗМ является национальной организацией по стандартизации.

Б. МГС является региональной организацией по стандартизации.

В. для принятия стандарта МЭК необходимо, чтобы за его проект проголосовало 80% стран-участниц.

Г. для принятия стандарта ИСО необходимо чтобы за его проект проголосовало 75% стран-членов.

Раздел 3. Сертификация

Тест № 8 (к теме 3.1)

1. В какой версии международных стандартов (МС) ИСО серии 9000 принят термин «качество – степень соответствия собственных характеристик требованиям»

А. третьей. Б. второй. В. первой.

2. Закон РФ «О защите прав потребителей» был принят в

А. 1992. Б. 1993. В. 1994. Г. 1998

3. Закон РФ «О защите прав потребителя» содержит глав

А. 4. Б. 5. В. 6. Г. 3.

4. Какой закон регулирует отношения, возникающие между потребителями и изготовителями?

А. ФЗ РФ «О защите прав потребителей».

Б. ФЗ РФ «Об обеспечении единства измерений».

В. ФЗ РФ «О техническом регулировании».

5. Право потребителя на безопасность товара (работы, услуги) требует проведения

А. обязательного подтверждения соответствия.

Б. добровольного подтверждения соответствия.

В. декларирования соответствия.

6. В каком году Совет ЕС принял документ «Глобальная концепция по сертификации и испытаниям».

А. 1989. Б. 1980. В. 1979. Г. 1993

Тест № 9 (к теме 3.2)

1. В системе сертификации ГОСТ Р сертификат соответствия оформляется на бланке установленной формы желтого цвета с водяными знаками, имеющим степени защиты

А. 4. Б. 2. В. 3. Г. 1.

2. В 1980 Г. комитет ИСО СЕРТИКО рекомендовал схем (модулей) сертификации продукции

А. 8. Б. 10. В. 12. Г. 1.

3. Система сертификации ГОСТ Р рекомендует схем сертификации продукции

А. 16. Б. 10. В. 12. Г. 8.

4. Все схемы сертификации продукции базируются на

А. всем перечисленном.
Б. аттестации производства.
В. оценке систем качества.
Г. испытаниях типа.

5. Испытания типа отдельных образцов обязательны в схемах сертификации

А. 1...7. Б. 1...6. В. 1...5. Г. 1...8.

6. Испытания выборок из каждой изготовленной партии продукции обязательны в схеме сертификации продукции

А. 7. Б. 6. В. 5. Г. 8.

Тест № 10 (к теме 3.3)

1. Оценка процесса предоставления услуги обязательна в схемах сертификации услуг

А. 2. Б. 1. В. 3. Г. 6.

2. Анализ состояния производства обязателен в схеме сертификации услуг

А. 3. Б. 4. В. 1. Г. 5.

3. Оценка системы качества обязательна в схеме сертификации услуг

А. 5. Б. 6. В. 7. Г. 1.

4. Выборочная проверка результатов услуги обязательна в схемах сертификации услуг

А. 1...5. Б. 2...6. В. 3...7. Г. 6...7.

5 Система обязательной сертификации ГОСТ Р введена в России в году

А. 1993. Б. 1994. В. 1995. Г. 1996.

6. При проведении сертификации соответствия окончательный выбор схемы сертификации осуществляет

А. заявитель. Б. испытательная лаборатория. В. орган по сертификации.

Тест № 11 (к теме 3.4)

1. Надзорные аудиты за сертифицированной системой качества сертификационный орган проводит с периодичностью один раз в

А. год. Б. полгода. В. полтора года. Г. два года.

2. Предприятие лишается сертификата на систему качества до истечения его срока действия, если оно не устраняет замечания надзорных аудитов

А. одного. Б. двух подряд. В. трех подряд. Г. двух.

3. Система сертификации ГОСТ Р рекомендует схемы сертификации услуг

А. 7. Б. 8. В. 6. Г. 16.

4. Испытания каждого изделия обязательны в схеме сертификации продукции

А. 8. Б. 6. В. 7. Г. 5.

5. Какие регистрационные номера сертификатов соответствия выданы органом по сертификации на услуги при добровольной сертификации?

А. РОСС. RU. УП15 У 22407.
Б. РОСС. RU. АЯ27 А 08181.
В. РОСС. RU. АЯ58. С 00002.
Г. РОСС. RU. МУ03. М 00036.

6. Какие регистрационные номера сертификатов соответствия выданы на один тип объекта сертификации?

А. РОСС. RU. АЯ58. Н 01039.
Б. РОСС. GE. АЯ27 А 08181.
В. РОСС. US. SA02. С 00002.
Г. РОСС. RU. АЯ27. Н 08935.

Раздел 4. Взаимозаменяемость

Тест № 12 (к теме 4.1)

1. Правильным является утверждение

А. полная взаимозаменяемость – это взаимозаменяемость изделий и сборочных единиц по эксплуатационным показателям, а также по размерам и форме присоединительных поверхностей.

Б. внешняя взаимозаменяемость – это взаимозаменяемость, которая характеризуется возможностью проведения таких дополнительных мероприятий при сборке, как групповой подбор деталей (селективная сборка), применение компенсаторов, регулировка положения, пригонка.

В. неполная взаимозаменяемость – взаимозаменяемость, при которой обеспечивается сборка и замена любых сопрягаемых деталей, сборочных единиц и агрегатов без дополнительных мероприятий: обработки, подбора, регулирования.

2. Правильным является утверждение:

А. нижнее отклонение – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

Б. основное отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

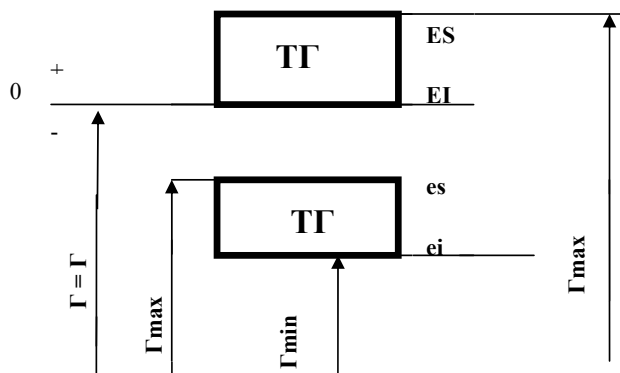
В. верхнее отклонение – одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), ближайшее к нулевой линии и определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии.

Г. допуск – алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

3. Известны допуск отверстия ТД = 25 мкм. допуск основного вала ТГ = 16 мкм. N min = 23 мкм. Укажите правильное значение ES.

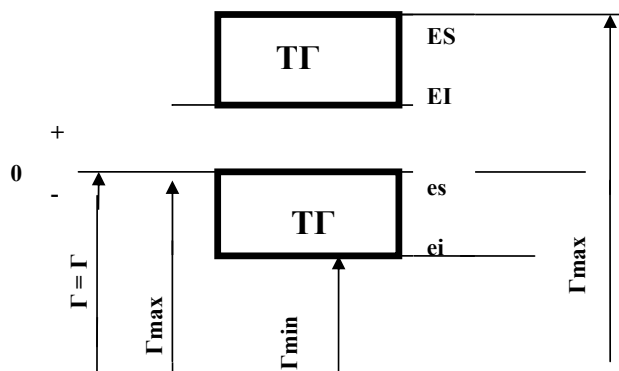
А. –48 мкм. Б. +23 мкм. В. –39 мкм. Г. +48 мкм.

4. Приведенная ниже схема полей допусков относится к



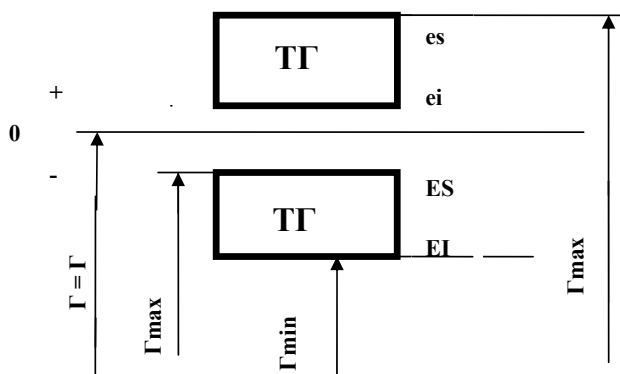
- А. посадке с зазором в системе отверстия.
- Б. посадке с натягом в системе вала.
- В. внесистемной посадке с зазором.
- Г. посадке с натягом в системе отверстия.

5. Приведенная ниже схема полей допусков относится к



- А. посадке с зазором в системе вала.
- Б. посадке с зазором в системе отверстия.
- В. внесистемной посадке с зазором.
- Г. переходной посадке в системе вала.

6. Приведенная ниже схема полей допусков относится к



- А. внесистемной посадке с натягом.
- Б. посадке с натягом в системе вала.
- В. переходной посадке в системе отверстия.
- Г. посадке с зазором в системе вала.

Тест № 13 (к теме 4.2)

1. К отклонениям и допускам формы относятся

- А. допуск плоскостности.
- Б. отклонение от параллельности, допуск параллельности.
- В. торцевое биение, допуск торцевого биения.
- Г. позиционный допуск.

2. К суммарным отклонениям и суммарным допускам формы и расположения относятся

- А. допуск торцевого биения.
- Б. отклонение от соосности, допуск соосности.
- В. допуск прямолинейности.
- Г. отклонение от цилиндричности, допуск цилиндричности.

3. Правильным из нижеприведенных утверждений является:

- А. отклонение от плоскостности – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка.
- Б. отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности.
- В. отклонение от прямолинейности в плоскости – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка.
- Г. независимый допуск расположения или формы – это переменный допуск, минимальное значение которого T_{min} указывают на чертеже или в технических требованиях и которое допускается превышать на величину дополнительного допуска $T_{доп}$, соответствующую отклонению действительного размера

поверхности детали от предела максимума материала (наибольшего предельного размера вала или наименьшего предельного размера отверстия).

4. Знак  обозначает на чертеже

- А. допуск соосности.
- Б. допуск цилиндричности.
- В. допуск круглости.
- Г. допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности.

5. Знак  обозначает на чертеже

- А. допуск симметричности.
- Б. допуск плоскостности.
- В. допуск параллельности.
- Г. допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности.

6. Знак  обозначает на чертеже

- А. допуск полного торцевого биения.
- Б. допуск цилиндричности.
- В. допуск наклона.
- Г. допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности.

Тест № 14 (к теме 4.3)

1. Правильным является утверждение

- А. R_{\max} – наибольшая высота профиля.
- Б. S – вреднее арифметическое отклонение профиля.
- В. Rz – вредный шаг неровностей профиля по вершинам.
- Г. tr – среднее арифметическое отклонение профиля.

2. Отношение опорной длины профиля к базовой длине - это

- А. относительная опорная длина профиля.
- Б. среднее арифметическое отклонение профиля.
- В. средний шаг неровностей.
- Г. средний шаг неровностей профиля по вершинам.

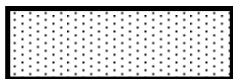
3. Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины – это

- А. средний шаг неровностей.
- Б. высота неровностей профиля по десяти точкам.
- В. средний шаг неровностей профиля по вершинам.
- Г. относительная опорная длина профиля.

4. Расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины – это

- А. наибольшая высота профиля.
- Б. высота неровностей профиля по десяти точкам.
- В. среднее арифметическое отклонение профиля.
- Г. средний шаг неровностей профиля по вершинам.

5. Это обозначение типа направлений неровностей



- А. точечного.
- Б. перекрещивающегося.
- В. произвольного.
- Г. кругообразного.

6. Условное обозначение типов направлений неровностей R характеризует направление неровностей:

- А. радиальное.
- Б. произвольное.
- В. кругообразное.
- Г. перекрещивающееся.

Тест №15 (к теме 4.4)

1. Укажите правильное обозначение отклонений на чертеже.

- А. $60_{-0,15}$. Б. $60_0^{+0,15}$. В. $60_{+0,15}^{-0,15}$. Г. $60_{\pm 0,15}$.

2. Какой характер имеет посадка $\frac{T8}{h8}$

- А. посадка с натягом в системе вала.
- Б. переходная посадка в системе вала.
- В. посадка с натягом в системе отверстия.
- Г. посадка с зазором в системе вала.

3. Сколько классов точности подшипников устанавливает ГОСТ 520-71

- А. 5. Б. 3. В 4. Г 2.

4. Что означает буква «п» в обозначении «пб» ?

- А. верхнее отклонение. Б. основное отклонение.
- В. степень точности. Г. допуск.

5. Что означает выражение

$$D - 8 \times 46 \times 54 \frac{H8}{e8} \times 9 \frac{F10}{e9} ?$$

- А. прямобочное шлицевое соединение с центрированием по наружному диаметру.
- Б. эвольвентное шлицевое соединение с центрированием по наружному диаметру.
- В. прямобочное шлицевое соединение с центрированием по боковым сторонам зубьев.
- Г. эвольвентное шлицевое соединение с центрированием по внутреннему диаметру.

6. Что означает выражение М 30 – 6Г

- А. резьба правая с крупным шагом болта.
- Б. резьба левая с крупным шагом болта.
- В. резьба левая с крупным шагом гайки.
- Г. резьба правая с мелким шагом гайки.

Тест № 16 (к теме 4.5)

1. При контроле элемента детали типа «вал» деталь является годной, если выполнены условия

- А. $ei \leq e_d \leq es$. Б. $e_d > es$. В. $e_d < ei$.

2. При контроле элемента детали типа «вал» деталь является исправимым браком, если выполнены условия

- А. $e_d > es$. Б. $ei \leq e_d \leq es$. В. $e_d < ei$.

3. При контроле элемента детали типа «вал» деталь является окончательным браком, если выполнены условия

- А. $e_d < ei$. Б. $ei \leq e_d \leq es$. В. $e_d > es$.

4. Из приведенных ниже СИ для измерения параметров R_z и R_{max} в диапазоне 0,8 ... 0,1 мкм пригодными являются

- А. универсальный большой микроскоп БМИ. Б. МИС – 11. В. МИИ – 4.

5. Из приведенных ниже СИ для измерения параметров R_z и R_{max} в диапазоне 80 ... 0,8 мкм пригодными являются

- А. МИС – 11. Б. МИИ – 4. В. рычажный микрометр.

6. Для измерения линейных размеров с максимальным предельным отклонением $\Delta_{пр} = 1$ мкм пригодным является:

- А. длинномер вертикальный ИЗВ.
- Б. гладкий микрометр.
- В. штангенциркуль.

Тест № 17 (к теме 4.6)

1. Наименее жесткие требования к звеньям размерной цепи предъявляются при достижении точности исходного звена

- А. методом регулирования.
- Б. вероятностным методом.
- В. методом максимума-минимума.

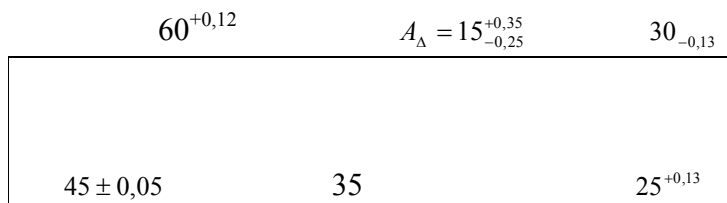
2. Из приведенных ниже соотношений правильным является соотношение

- А. $TA_{\Sigma} = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j$.
- Б. $EcA_{\Sigma} \geq \sum_{j=1}^n EcA_{j_{ув}} - \sum_{j=1}^p EcA_{j_{ум}}$.
- В. $EcA_{\Sigma} > \sum_{j=1}^n EcA_{j_{ув}} - \sum_{j=1}^p EcA_{j_{ум}}$.
- Г. $EcA_{\Sigma} < \sum_{j=1}^n EcA_{j_{ув}} - \sum_{j=1}^p EcA_{j_{ум}}$.

3. Составляющее звено размерной цепи, изменением значения которого достигается требуемая точность замыкающего звена. Это

- А. компенсирующее звено.
- Б. замыкающее звено.
- В. увеличивающее звено.
- Г. уменьшающее звено.

4. Дана размерная цепь:



Найдите правильные значения отклонений зависимого звена с номинальным размером 35 мм из указанных ниже

- А. +0,040 Б. +0,100 В. +0,080 Г. ±0,06.
- 0,080. -0,020. -0,040.

5. Задача, которая заключается в том, что по установленным номинальным размерам, допускам и предельным отклонениям составляющих звеньев определяют номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена – это

- А. обратная задача.
- Б. прямая задача.

6. Симметричное расположение поля допуска назначают для
А. уступа. Б. охватываемого размера. В. охватывающего размера.

Раздел 5. Методы, средства и автоматизация измерений
Тест 18 (к теме 5.1)

1. Типовыми структурными схемами средств измерений (СИ) являются

- А. схемы первичного и вторичного измерительного преобразования.
- Б. схемы прямого и уравновешенного преобразования.
- В. комбинированные схемы.

2. Достоинствами СИ, построенных по схеме прямого преобразования, являются

- А. простота и надежность.
- Б. независимость коэффициента преобразования СИ от коэффициентов преобразования отдельных звеньев.
- В. независимость коэффициента преобразования СИ от коэффициента преобразования цепи обратной связи.

3. Основными элементами структурных схем СИ являются

- А. первичные и вторичные измерительные преобразователи.
- Б. блоки питания.
- В. усилители и детекторы.

4. Вторичным измерительным преобразователем СИ является

- А. блок питания.
- Б. аналого-цифровой преобразователь.
- В. термопара.

5. К первичным измерительным преобразователям относятся

- А. измерительные мосты.
- Б. линии связи.
- В. компараторы.

6. К технической характеристике ваттметра Г566 относится

- А. стоимость, руб.
- Б. цена деления, Вт/дел.

7. Метрологическим являются те технические характеристики СИ, которые влияют на

- А. характеристики энергопотребления.
- Б. характеристики точности.
- В. характеристики надежности.

8. Однозначной мерой ЭДС является

- А. вольтметр.
- Б. усилитель (измерительный).

В. нормальный элемент.

9. Аналого-цифровые преобразователи имеют на выходе

- А. кодированный сигнал.
- Б. аналоговый сигнал.
- В. напряжение электрического тока.

10. К динамическим МХ СИ относятся

- А. функция преобразования.
- Б. класс точности СИ.
- В. переходная характеристика.

11. Динамический режим работы СИ определяется

- А. изменением температуры окружающей среды.
- Б. изменением измеряемой величины во времени.
- В. скачками напряжения сети.

12. Инерционные свойства СИ определяются

- А. малой чувствительностью СИ.
- Б. низкой надежностью СИ.
- В. наличием элементов, запасующих энергию.

Тест 19 (к теме 5.2.1)

1. Шкала подавляющего большинства вольтметров и амперметров градуируется в

- А. в амплитудных значениях сигнала любой формы.
- Б. в среднеквадратических значениях сигнала.
- В. в действующих значениях сигнала синусоидальной формы.

2. Наиболее точные измерения действующих значений синусоидальных токов и напряжений осуществляются

- А. аналоговыми (стрелочными) электронными СИ.
- Б. цифровыми электронными СИ.
- В. электродинамическими СИ.

3. В настоящее время мощность постоянного и однофазного переменного токов измеряют в диапазоне

- А. $0,1 \dots 10^6$ Вт.
- Б. $10^{-5} \dots 10^3$ Вт.
- В. $10^{-18} \dots 10^{10}$ Вт.

4. В настоящее время промышленностью выпускаются многопредельные электродинамические ваттметры с пределами по току и напряжению

А. 0,1 мА...200 А. 0,1 В...200 В.

Б. 25 мА...70 А. 15...600 В.

В. 1 мА...1 А. 1...100 В.

5. Типовые ферродинамические щитовые ваттметры имеют минимальные классы точности

А. 2,5÷4,0.

Б. 1,0÷1,5.

В. 0,2÷0,5.

6. Для измерений фазового сдвига между двумя напряжениями одной частоты можно использовать

А. анализатор спектра.

Б. электронно-лучевой осциллограф.

В. цифровой частотомер.

7. Электромеханический вольтметр переменного тока включает

А. добавочное сопротивление, детектор, измерительный механизм.

Б. усилитель переменного тока.

В. входное устройство, блок питания, измерительный механизм.

8. Основным достоинством компенсаторов постоянного тока является

А. надежность работы.

Б. простота конструкции.

В. большая точность показаний.

9. Типовой класс точности для цифрового вольтметра до 10^3 В

А. 4,0. Б. 0,1/ 0,05. В. 1,5.

10. Укажите типовой класс точности для электронного аналогового амперметра диапазона до 1 А

А. 0,2/ 0,1. Б. 2,5. В. 0,5.

11. Укажите типовой класс точности для электромагнитного вольтметра диапазона до 600 В

А. 1,5. Б. 4,0. В. 0,1/ 0,05.

12. В электромеханических вольтметрах постоянного тока для расширения пределов измерений по напряжению применяют

А. шунты.

Б. добавочные сопротивления.

В. измерительные трансформаторы.

13. Электромеханический измерительный преобразователь электромагнитной системы в качестве основного узла имеет

- А. постоянный магнит.
- Б. две катушки.
- В. катушку индуктивности.

14. К основным достоинствам измерительного преобразователя магнитоэлектрической системы относится:

- А. высокая чувствительность.
- Б. дешевизна.
- В. линейность шкалы.

Тест 20 (к теме 5.2.2)

1. Фотогальванический веберметр представляет собой преобразователь

- А. магнитного потока.
- Б. магнитной индукции.
- В. намагниченности

в силу тока.

2. Серийно выпускаемые цифровые веберметры имеют типовой класс точности

- А. 4,0. Б. 0,5. В. 2,5.

3. Ядерно-резонансный тесламетр имеет типовой класс точности

- А. 2,5. Б. 1,0. В. 0,01.

Тест 21 (к теме 5.2.3)

1. Измерение неэлектрических величин электрическими методами предполагает

- А. масштабирование неэлектрической величины.
- Б. преобразование неэлектрической величины в другую неэлектрическую величину.
- В. преобразование неэлектрической величины в электрическую.

2. В основу работы термоэлектрического преобразователя положен принцип

- А. преобразования температуры в термоЭДС.
- Б. преобразования температуры в сопротивление.
- В. преобразования температуры в частоту.

3. Компенсация температуры свободных концов термопары необходима для

- А. повышения точности измерительного преобразования.
- Б. повышения надежности работы термопары.

В. введения поправки.

4. Типовой класс точности автоматических потенциометров

- А. 4,0.
- Б. 0,5.
- В. 2,5.

5. Термисторы имеют функцию преобразования температуры в сопротивление

- А. линейную.
- Б. экспоненциальную.
- В. квадратичную.

6. Основным достоинством медного термопреобразователя является:

- А. высокая чувствительность преобразования.
- Б. большое быстродействие.
- В. линейность функции преобразования.

7. Основным недостатком термисторов является

- А. малое быстродействие преобразования.
- Б. значительная нелинейность функции преобразования.
- В. малая чувствительность преобразования.

ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ НА ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ТЕСТЫ

Раздел 5. Методы, средства и автоматизация измерений

№ теста	Раз дел	Тема	Номера вопросов / Номера правильных ответов														
			Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
18	5	5.1	Номер вопроса														
			Правильный ответ	Б	А	А	Б	А	Б	Б	В	А	В	Б	В		
19	5	5.2.1	Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Правильный ответ	В	В	В	Б	В	В	Б	В	В	Б	Б	А	Б	В
20	5	5.2.2	Номер вопроса	1	2	3											
			Правильный ответ	А	В	В											
21	5	5.2.3	Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7							
			Правильный ответ	А	А	В	В	Б	Б	В							

**Раздел 6. Радиоизмерения
Тест 22 (к теме 6.1)**

1. Назовите основные особенности вольтметра, которые должны учитываться при измерении напряжений сложной формы

- А. коэффициент усиления, величина входного сопротивления.
- Б. тип детектора, вид градуировки шкалы.
- В. класс точности, вид индикации.

2. Вольтметр имеет закрытый вход, детектор амплитудный, шкалу проградуированную в амплитудных значениях напряжения. на вход вольтметра подается напряжение синусоидальной формы. Показание вольтметра соответствует

- А. средневыпрямленному значению сигнала.
- Б. средневыпрямленному значению сигнала.
- В. амплитудному значению сигнала.

3. Вольтметр имеет следующие технические характеристики: класс точности 2,5, частотный диапазон 20 Гц...1 МГц, входное сопротивление не менее 1 Мом. Можно ли его применить для измерения амплитуды напряжения синусоидальной формы с частотой порядка 0,5 МГц?

- А. можно.
- Б. нет.
- В. не знаю.

4. Основное достоинство цифровых вольтметров

- А. высокая точность показаний.
- Б. высокая чувствительность.
- В. возможность получения цифрового кода измеряемого напряжения.

5. Перечислите основные недостатки цифровых вольтметров

- А. невысокий класс точности, малое быстродействие.
- Б. малое входное сопротивление, малая чувствительность.
- В. боязнь перегрузок по входу, большое время установления показаний.

Тест № 6 (к теме 6.2.)

1. В структурной схеме измерительного генератора низких частот основным узлом является

- А. генератор RВ.
- Б. генератор LВ.
- В. генератор на биениях.

2. Типовой частотный диапазон генераторов низких частот начинается с частоты

- А. 1 кГц.
- Б. 100 Гц.
- В. 5 кГц.

3. Типовой частотный диапазон генераторов высоких частот начинается с частоты

- А. 1 кГц.
- Б. 100 кГц.
- В. 5 кГц.

Тест № 24 (к теме 6.3)

1. Электронно-лучевой осциллограф преобразует напряжение электрического тока в

- А. длину.
- Б. частоту.
- В. время.

2. При исследовании импульсной последовательности с большой скважностью применяют развертку

- А. ждущую.
- Б. круговую.
- В. непрерывную.

3. Электронно-лучевой осциллограф позволяет наблюдать

- А. спектр сигнала.
- Б. временной график.

Тест № 25 (к теме 6.4)

1. Фазовым сдвигом между напряжениями одной частоты называется

- А. модуль разности аргументов двух гармонических сигналов одинаковой частоты.
- Б. разность аргументов двух гармонических сигналов одинаковой частоты
- В. модуль разности частот двух гармонических сигналов.

2. Основным достоинством цифровых фазометров является

- А. широкий диапазон измеряемых величин.
- Б. широкий диапазон частот.
- В. возможность автоматизации измерительных операций.

3. В цифровых фазометрах используется принцип преобразования сдвига фаз в

- А. частоту.
- Б. во временной интервал.
- В. напряжение.

Тест № 26 (к теме 6.5)

1. Диапазон частот, измеряемых в радиотехнике

- А. 0 Гц...300 МГц.

- Б. 10 Гц...10 МГц.
- В. 20 Гц...200 кГц.

2. Основными достоинствами цифровых мультиметров частотно-временной группы (частотомеров) являются

- А. большое входное сопротивление и точность показаний.
- Б. цифровая индикация, высокая помехозащищенность.
- В. многофункциональность, выход информации в коде на внешнее ЦПУ.

3. С наибольшей точностью по сравнению с другими видами радиоизмерений производится измерение

- А. напряжения электрического тока.
- Б. фазового сдвига.
- В. частоты в области высоких частот.

4. Метод измерения частоты заключается в сравнении измеряемой частоты с собственной частотой измеряемого контура. Этот метод измерений называется

- А. конденсаторный.
- Б. гетеродинный.
- В. резонансный.

5. Метод измерения частоты заключается в сравнении частот с нулевыми биениями. Он называется

- А. резонансный.
- Б. гетеродинный.
- В. дискретного сдвига.

6. Метод измерения частоты заключается в преобразовании частоты в количество счетных импульсов. Он называется

- А. резонансный.
- Б. гетеродинный.
- В. дискретного сдвига.

7. Основным достоинством современных цифровых частотомеров является

- А. удобство счета.
- Б. автоматизация.
- В. большое входное сопротивление.

Тест № 27 (к теме 6.6)

1. Пределы измеряемых мощностей в радиотехнических устройствах следующие

- А. 10^{-8} ... 10^9 Вт.
- Б. 10^{-18} ... 10^9 Вт.

В. $10^{-18} \dots 10^3$ Вт.

2. В силовых цепях переменного синусоидального тока обычно измеряют

- А. импульсную мощность.
- Б. активную и реактивную мощности.
- В. поглощаемую мощность.

3. В диапазоне СВЧ обычно измеряют

- А. активную и реактивную мощности.
- Б. поглощаемую и проходящую мощности.
- В. импульсную мощность.

Тест № 28 (к теме 6.7)

1. Основным измеряемым параметром конденсатора является

- А. индуктивность пластин и выводов конденсатора.
- Б. индуктивность пластин конденсатора.
- В. емкость конденсатора.

2. Основным измеряемым параметром проволочного резистора является

- А. индуктивность проводов обмотки.
- Б. сопротивление электрическому току.
- В. емкость между витками и выводами.

3. Можно ли с помощью измерительного моста постоянного тока измерить емкость конденсатора

- А. можно.
- Б. нельзя.
- В. только в определенном диапазоне емкостей.

4. Действие современных универсальных измерительных мостов основано на методе

- А. мостовом.
- Б. вольтметра-амперметра.
- В. резонансном.

Тест № 29 (к теме 6.8)

1. К основным измеряемым параметрам цепей СВЧ относятся

- А. полные сопротивления, длина волны в волноводе.
- Б. напряжение частота, сдвиг фазы, длина волны в волноводе.
- В. мощность, напряженность, длина волны в волноводе, емкость.

2. В качестве типового средства измерений параметров цепей СВЧ применяется

- А. цифровой вольтметр.
- Б. волномер.
- В. измерительная линия.

ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ НА ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ТЕСТЫ

Раздел 6. Радиоизмерения

№ теста	Раз дел	Тема	Номера вопросов / Номера правильных ответов							
			Номер вопроса	1	2	3	4	5		
22	6	6.1	Номер вопроса	1	2	3	4	5		
			Правильный ответ	В	В	А	В	Б		
23	6	6.2	Номер вопроса	1	2	3				
			Правильный ответ	А	А	Б				
24	6	6.3	Номер вопроса	1	2	3				
			Правильный ответ	А	А	А				
25	6	6.4	Номер вопроса	1	2	3				
			Правильный ответ	А	В	Б				
26	6	6.5	Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7
			Правильный ответ	А	В	В	В	В	В	Б
27	6	6.6	Номер вопроса	1	2	3				
			Правильный ответ	Б	Б	Б				
28	6	6.7	Номер вопроса	1	2	3	4			
			Правильный ответ	В	Б	Б	А			
29	6	6.8	Номер вопроса	1	2					
			Правильный ответ	А	В					

4.3. Блок итогового контроля

Вопросы к экзамену

по разделу 1. «Метрология»

1. Метрология, ее роль и место в системе естественных наук. Предмет теоретической, прикладной и законодательной метрологии.
 2. Качественная характеристика измеряемых величин.
 3. Количественная характеристика измеряемых величин. Размер, значение и числовое значение физической величины.
 4. Физические величины и их единицы измерений. Международная система единиц.
 5. Погрешность и неопределенность измерения. Стандартные неопределенности типа А и В.
 6. Условия измерений. Нормальные и рабочие условия измерений.
 7. Основное уравнение измерения.
 8. Отсчет, показание и результат измерения.
 9. Формы представления результата измерения у цифровых измерительных приборов.
 10. Формы представления результата измерения у аналоговых измерительных приборов.
 11. Законы распределения вероятности результатов измерений и их числовые характеристики.
 12. Оценки числовых характеристик законов распределения вероятности результатов измерений.
 13. Обратная задача теории измерений.
 14. Градуировка средств измерений.
 15. Переход от результата измерения к значению измеряемой величины.
 16. Математические действия с результатами измерений. Приближенные вычисления.
 17. Априорная информация.
 18. Апостериорная информация.
 19. Последовательность действий при однократном измерении.
 20. Однократное измерение. Варианты использования априорной информации.
- Внесение поправок.
21. Способы формирования массива экспериментальных данных при многократном измерении.
 22. Последовательность действий при многократном измерении с равноточными значениями отсчета.
 23. Результат многократного измерения с равноточными значениями отсчета и его стандартная неопределенность.
 24. Построение гистограммы и выдвижение гипотезы о законе распределения вероятности результата измерения.
 25. Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения по критерию Пирсона.
 26. Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения по составному критерию.

27. Обработка результатов измерений, не подчиняющихся нормальному закону распределения вероятности.

по разделу 2. «Стандартизация»

1. Основные положения федерального закона «О техническом регулировании» в области стандартизации.
2. Технические регламенты и их правовой статус.
3. Основные принципы стандартизации.
4. Система предпочтительных чисел.
5. Основные методы стандартизации.
6. Основные направления развития стандартизации.
7. Параметрическая стандартизация.
8. Комплексная стандартизация.
9. Опережающая стандартизация.
10. Межотраслевые системы и комплексы стандартов. Общие положения.
11. Межотраслевая система «Стандартизация в Российской Федерации». Основные положения.
12. Органы и службы стандартизации.
13. Категории документов по стандартизации.
14. Виды стандартов.
15. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены национальных стандартов Российской Федерации
16. Правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов.
17. Технические условия и их правовой статус.
18. Национальные стандарты. Объекты, аспекты, сфера действия и правовой статус.
19. Стандарты организаций. Объекты, аспекты, сфера действия и правовой статус.
20. Правила. Объекты, аспекты, сфера действия и правовой статус.
21. Рекомендации. Объекты, аспекты, сфера действия и правовой статус.
22. Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации (ОКСТЭИ). Объекты, аспекты, сфера действия и правовой статус.
23. Стандарты межгосударственные. Объекты, аспекты, сфера действия и правовой статус.
24. Правовые основы стандартизации.
25. Стандартизация технической документации.
26. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)
27. Единая система технологической документации (ЕСТД)
28. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)
29. Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП).
30. Информационное обеспечение государственной системы стандартизации.

по разделу 3. «Сертификация»

1. Качество продукции – необходимый фактор связи потребления и производства. Степень соответствия продукции установленным требованиям.
2. Развитие сертификации в Западной Европе. Глобальная концепция по сертификации и испытаниям. Сертификация в США.
3. Развитие сертификации в Восточной Европе и РФ.
4. Закон РФ “О защите прав потребителей” и сфера его действия. Требования безопасности и обязательная сертификация.
5. Руководство ИСО/МЭК 2:1996. «Стандартизация и смежные виды деятельности – Общий словарь. Разделы 12-17 - понятия, характеризующие подтверждение соответствия».
6. Национальная терминология. Закон РФ «О техническом регулировании». Основные понятия подтверждения соответствия.
7. Международные стандарты и руководства в области сертификации. Руководство ИСО/МЭК 7,16,22,23,28,42,44.
8. Европейские стандарты по сертификации: EN 45011, EN 45012, EN 45013, EN 45014.
9. Национальные стандарты и правила в области сертификации. Законы РФ: «О защите прав потребителей» (07.02.1992 г.), « Об обеспечении единства измерений» (27.04.1993 г.), «О техническом регулировании» (27.12.2002 г.)».
10. Цели, принципы, характер, формы подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение соответствия. Добровольная сертификация. Знаки соответствия.
11. Обязательное подтверждение соответствия. Декларирование соответствия. Обязательная сертификация и её организация.
12. Знак обращения на рынке. Права и обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия.
13. Условия ввоза на территорию Российской Федерации продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия. Признание результатов подтверждения соответствия.
14. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).
15. Международные руководства по аккредитации органов по сертификации (Руководство ИСО/МЭК 40, 54) и испытательных лабораторий (Руководство ИСО/МЭК 25, 38, 43, 55).
16. Европейские стандарты по аттестации и аккредитации испытательных лабораторий: EN 45001, EN 45002, EN 45003. Структура немецкого совета по аккредитации (DAR).
17. Национальные системы аккредитации. Структура Российской системы аккредитации (РОСА). Серия стандартов ГОСТ Р 51000. Процесс аккредитации (Рекомендации по аккредитации Р 50.4.001-96).

18. Основные этапы процесса подтверждения соответствия. Формы документов для разных объектов сертификации. Правила заполнения сертификата соответствия.

19. Сертификационные испытания. Виды испытаний. Термины и определения: испытания, объект и условия испытаний, классификация испытаний по различным критериям.

20. Цели и задачи испытаний. Обеспечение единства испытаний. Показатели качества испытаний.

21. Нормативно-методическая, организационная, техническая, научная основы обеспечения единства испытаний. Программа и методики испытаний. Автоматизация испытаний.

22. Организация испытаний. Отраслевые организации по испытаниям.

Региональные организации по испытаниям. Примеры региональных систем испытаний. Испытательные центры за рубежом.

23. Порядок проведения испытаний. Этапы подготовки и проведения испытаний. Форма и содержание каждого этапа.

24. Системы сертификации, их типовая организационная структура. Функции органов, участвующих в системах сертификации. Схемы сертификации, рекомендованные ИСО.

25. Российская система сертификации (РОСС). Основные документы и правила РОСС, порядок проведения сертификации продукции.

26. Системы сертификации однородной продукции.

Сертификация импортных товаров. Сертификация товаров за рубежом.

27. Принципы и общие правила организации работ по сертификации систем качества в РФ ГОСТ Р 40.001–95 - стандарт гармонизированный с международными стандартами (МС) серии 9000 и 10011, руководствами ИСО/МЭК 40, 48, 53, 56, 61, 62, европейским стандартом EN 45012.

28. Регистр систем качества, его организационная структура и нормативная база. Процедура сертификации систем качества.

29. Основные этапы сертификации производства. Процедура инспекционного контроля за сертифицированной системой качества (производством). Аудит – проверка качества.

30. Международная практика сертификации систем качества.

31. Цели и объекты экологической сертификации. Развитие экосертификации в РФ. Экосертификация в странах Западной Европы. Принципы экосертификации в ЕС. Международные стандарты ИСО серии 14000 в области экологического менеджмента.

32. Оценка уровня компетентности персонала в Российской Федерации. Несоответствие кадровой политики предприятий стратегии рыночных реформ

33. Международная практика сертификации персонала. Международный стандарт ИСО 19011. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента. Раздел 7. «Компетентность и оценка аудиторов. Концепция компетентности».

34. Региональная практика сертификации персонала. EN 45013. Общие требования к органам по сертификации, проводящим аттестацию персонала.

35. Европейская организация по качеству (ЕОК). Единая согласованная система ЕОК для регистрации / сертификации специалистов в области качества, менеджеров систем качества и аудиторов качества. Квалификационные требования.

36. Национальная практика сертификации персонала. Основные этапы развития добровольной Системы сертификации экспертов в национальной системе сертификации ГОСТ Р. Правила по сертификации ПР 50.3.001-94. Требования к экспертам и порядок их аттестации. Общие критерии компетентности экспертов.

37. Реализация опыта системы сертификации экспертов в создании системы сертификации персонала в Российской Федерации.

38. Развитие системы сертификации персонала в Российской Федерации. Положение о сертификации персонала в Российской Федерации (проект).

по разделу 4. «Взаимозаменяемость»

1. Виды взаимозаменяемости. Классификация размеров. Предельные отклонения. Допуск. Основное отклонение. Поле допуска и его схематическое изображение.

2. Охватывающие и охватываемые поверхности. Посадка. Три типа посадок. Предельные и средние зазоры и натяги. Допуск посадки.

3. Принципы построения системы допусков и посадок: система отверстия и система вала, диапазон размеров, интервалы размеров, уровни точности, единицы допуска.

4. Принципы выбора допусков (квалитетов) и посадок. Функциональные зазоры и натяги. Эксплуатационный и конструкторский допуски. Запас на износ и коэффициент запаса точности.

5. Единая система допусков и посадок (принцип построения, единица допуска, поле допуска, квалитеты) (ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82).

6. Основные отклонения отверстий и валов в ЕСДП. Общее и специальное правила, определяющие связь между их числовыми значениями. Основные отклонения, предназначенные для образования посадок с зазором, с натягом, переходных.

7. Допуски и предельные отклонения диаметров колец подшипников качения, классы точности подшипников (ГОСТ 520-89). Выбор посадок подшипников качения на вал и в корпус в зависимости от вида нагружения колец и режима работы подшипника.

8. Нормирование и выбор точности угловых размеров.

9. Нормирование и выбор точности конических соединений.

10. Эксплуатационные требования к шпоночным соединениям. Допуски посадки шпоночных соединений. Обозначение на чертежах посадок шпоночных соединений.

11. Эксплуатационные требования к шлицевым соединениям. Способы центрирования втулки и вала для шлицевых соединений с прямобочным профилем. Допуски и посадки шлицевых соединений. Обозначение на чертежах посадок шлицевых соединений.

12. Классификация резьб и эксплуатационные требования к ним. Допуски и посадки метрических резьб. Обозначение метрических резьб на чертежах (ГОСТ 16093-81).

13. Нормирование и выбор точности резьбовых соединений. Посадки с зазором. Посадки с натягом. Переходные посадки.

14. Классификация зубчатых передач и эксплуатационные требования к ним. Степени точности зубчатых колес и передач, виды сопряжений зубчатых колес в передаче (ГОСТ 1643-81).

15. Нормирование отклонений формы поверхностей деталей. Дифференцированные и комплексные показатели отклонений формы. Обозначение на чертежах допусков формы поверхностей.

16. Отклонения расположения поверхностей. Зависимые и независимые допуски расположения, обозначения их на чертежах.

17. Нормирование шероховатости поверхностей, выбор числовых значений параметров шероховатости. Обозначение параметров шероховатости на чертежах.

18. Методы достижения заданной точности исходного звена (решения размерных цепей). Их характеристики, преимущества и недостатки.

19. Сущность, достоинства и недостатки метода групповой взаимозаменяемости.

20. Сравнительный анализ двух методов расчета размерных цепей: метода, обеспечивающего полную взаимозаменяемость (метода максимума-минимума) и метода, обеспечивающего неполную взаимозаменяемость (теоретико-вероятностного).

21. Метод решения размерных цепей, обеспечивающий неполную взаимозаменяемость.

22. Прямая и обратная задачи размерного анализа. Способы решения прямых задач (последовательность расчета и основные формулы).

23. Назначение, устройство и метрологические характеристики универсальных измерительных инструментов для линейных и угловых измерений (штангенинструментов, микрометров), измерительных головок (индикаторов, микрокатеров, оптикаторов).

24. Назначение, устройство и метрологические характеристики универсальных оптико-механических СИ для линейных и угловых измерений: оптиметры, длинномеры, оптические интерферометры, измерительные микроскопы, проекторы.

25. Гладкие предельные калибры: принципы контроля, типы калибров, поля допусков, расчет исполнительных размеров.

26. Методы и средства измерений и контроля углов и конусов: гониометрические и тригонометрические методы, конусные калибры.

27. Методы и средства контроля шпоночных и шлицевых соединений.

28. Методы и средства измерений и контроля цилиндрических резьб: контроль калибрами, дифференцированный контроль параметров резьбы универсальными и специализированными СИ.

29. Методы и средства измерений зубчатых колес и передач: комплексы контролируемых параметров, комплексный и дифференцированный показатели кинематической точности, плавности, контакта зубьев и бокового зазора. Методы и средства их измерений.

30. Методы и средства измерений формы и расположения поверхностей и параметров шероховатости.

по разделу 5. «Методы, средства и автоматизация измерений»

1. Пояснение понятия “метод измерений”.

2. Типовые структурные схемы средств измерений прямого преобразования и с уравниванием.

3. Классификация средств измерений по их назначению.

4. Примеры типовых измерительных преобразователей, применяемых в средствах измерений электрических величин.

5. Электромеханические средства измерений – амперметры, вольтметры, ваттметры, фазометры. Принцип действия, примеры приборов.

6. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Их назначение.

7. Статический и динамический режимы работы средств измерений.

8. Электрические величины, измеряемые в электротехнике и электронике и особенности их измерения.

9. Электромеханические измерительные приборы: амперметры, вольтметры, ваттметры. Принципы действия. Примеры приборов.

10. Электронные (аналоговые и цифровые) вольтметры и мультиметры на их основе.

11. Электронно-лучевые осциллографы. Принцип действия, области использования. Примеры осциллографов.

Дополнительно для специальностей 140601.65; 140602.65; 230101.65; 220201.65;

12. Типовые неэлектрические величины, измеряемые электрическими методами.

13. Методы и средства измерений температуры.

14. Методы и средства измерений длины.

15. Методы и средства измерений давления.

по разделу 6. «Радиоизмерения»

1. Значения измеряемых в радиотехнике токов и напряжений.

Особенности измерений токов и напряжений в области СВЧ.

2. Электромеханические вольтметры и амперметры. Особенности их применения.

3. Электронные стрелочные вольтметры постоянного и переменного токов. Структурные схемы, примеры приборов.

4. Влияние формы исследуемого сигнала на показания электронного вольтметра переменного тока.
5. Области применения импульсных и селективных вольтметров.
6. Цифровые вольтметры и мультиметры на их основе. Структурные схемы, области применения. Примеры вольтметров.
7. Назначение и классификация измерительных генераторов. Структурные схемы, примеры приборов.
8. Классификация измерительных приборов группы С, их использование в радиотехнике.
9. Электронно-лучевые осциллографы. Структурная схема, принцип действия.
10. Применение электронно-лучевых осциллографов в радиотехнике.
11. Анализаторы спектра и гармоник. Измерители коэффициента нелинейных искажений. Структурные схемы, области применения. Примеры приборов.
12. Измерители коэффициента амплитудной модуляции и девиометры. Структурные схемы, принципы действия, области применения. Примеры приборов.
13. Методы и средства измерений фазового сдвига. Структурные схемы фазометров (аналоговых и цифровых). Примеры приборов.
14. Методы и средства измерений частотно-временных параметров сигналов. Структурные схемы, области применения. Примеры приборов.
15. Методы и средства измерений мощности. Особенности измерений мощности в области высоких частот и СВЧ.
16. Методы и средства измерений параметров элементов цепей. Структурные схемы, особенности использования. Примеры приборов.
17. Методы и средства измерений параметров цепей СВЧ. Принципы действия, структурные схемы.
18. Измерители характеристик случайных сигналов. Структурные схемы средств измерений.
19. Основные направления автоматизации средств радиоизмерения.
20. Примеры использования встроенных микропроцессорных систем в средствах радиоизмерений (частотомерах, осциллографах, вольтметрах).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ

(SI)

Таблица 1

Основные единицы СИ

Единица

Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		Определение
			международное	русское	
1	2	3	4	5	6
Длина	L	метр	m	м	Метр равен расстоянию, проходимому в вакууме поперечной волной длиной 1/299 792 458 длины секунды (XVII ГКМВ (1979 г.) и XVIII ГКМВ (1983 г.))
Масса	M	килограмм	kg	кг	Килограмм равен массе международного прототипа килограмма [ГКМВ (1889: XIX ГКМВ (1901 г.))]
Время	T	секунда	s	с	Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу из одного сверхтонкого уровня основного состояния атома цезия-133 [XIII ГКМВ (1948 г.)]
Сила электрического тока	I	ампер	A	A	Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н [XIX ГКМВ (1906 г.)]
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	K	K	Кельвин равен 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды [XIX ГКМВ (1967 г.)]
Количество вещества	N	моль	mol	моль	Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц [XIV ГКМВ (1971 г.)]
Сила света	J	кандела	cd	кд	Кандела равна силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, сила излучения которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср [XVI ГКМВ (1979 г.)]

1	2	3	4	5	6
					3. Механика
Плотность (плотность масса)	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	kg/m^3	kg/m^3	Килограмм на кубический метр равен плотности однородного вещества, масса которого при объеме $1 м^3$ равна $1 кг$.
Линейная плотность	$L^{-1}M$	килограмм на метр	kg/m	kg/m	Килограмм на метр равен линейной плотности тела, масса которого при длине $1 м$ равна $1 кг$.
Поверхностная плотность	$L^{-2}M$	килограмм на квадратный метр	kg/m^2	kg/m^2	Килограмм на квадратный метр равен поверхностной плотности тела, масса которого при площади $1 м^2$ равна $1 кг$.
Угловой объем	L^3M^{-1}	кубический метр на метр на	m^3/kg	M^3/kg	Кубический метр на килограмм равен угловому объему однородного вещества, объем которого при массе $1 кг$ равен $1 м^3$.
Импульс: (допущено сокращенно)	LMT^{-1}	килограмм-метр	$kg \cdot m/s$	$kg \cdot m/s$	Килограмм-метр в секунду равен импульсу материальной точки массой $1 кг$, движущейся со скоростью $1 м/с$.
Момент импульса (динамический момент вращения)	L^2M	килограмм-метр в квадрате	$kg \cdot m^2$	$kg \cdot m^2$	Килограмм-метр в квадрате равен моменту инерции материальной точки массой $1 кг$, вращающейся на расстоянии $1 м$ от оси вращения.
Сила	LMT^{-2}	ньютон	N	N	Ньютон равен силе, сообщающей телу массой $1 кг$ ускорение $1 м/с^2$ в направлении действия силы.
Работа					
Момент силы	L^2TM^{-1}	ньютон-метр	$N \cdot m$	$N \cdot m$	Ньютон является также единицей веса и силы тяжести СИ.
Импульс силы	LMT^{-1}	ньютон-секунда	$N \cdot s$	$N \cdot s$	Ньютон-метр равен импульсу силы, создаваемой силой $1 Н$, отнесен к единице точки, равнодействующей на расстоянии $1 м$ от линии действия силы.
Давление	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Pa	Pa	Ньютон-секунда равен импульсу силы $1 Н$, действующей в течение времени $1 с$.
Нормальная составляющая скорости	$L^{-1}MT^{-1}$	паскаль	Pa	Pa	Паскаль равен давлению, вызываемому силой $1 Н$, равномерно распределенной по поверхности площадью $1 м^2$, расположенной перпендикулярно направлению действия силы.
Напряженность электрического поля	$L^{-1}MT^{-1}$	паскаль	Pa	Pa	Паскаль равен нормальности на единицу площади, вызываемой силой $1 Н$, действующей на единицу площади $1 м^2$, расположенной перпендикулярно направлению действия силы.
Момент инерции (момент Юнга)	L^4MT^{-2}	паскаль	Pa	Pa	Паскаль равен моменту инерции тела, испытывающего отклонение относительно положения равновесия на угол $1 рад$, испытывающего напряжение $1 Па$.
Вязкость (динамическая вязкость)	L^2MT^{-1}	паскаль-секунда	$Pa \cdot s$	$Pa \cdot s$	Паскаль-секунда равен динамической вязкости среды, таят одинаково напряжены в которой при одинаковых деформации и при разности скоростей слоев $1 м/с$, маловязкая на расстоянии $1 м$ от поверхности жидкостей скорости, составляет $1 Па$.
Кинематическая вязкость	L^2T^{-1}	квадратный метр на секунду	m^2/s	m^2/s	Квадратный метр на секунду равен кинематической вязкости среды, при которой динамическая вязкость среды плотностью $1 кг/м^3$ равна $1 Па \cdot с$.
Поверхностная энергия	MT^{-2}	ньютон на метр	N/m	N/m	Ньютон на метр равен поверхностной энергии, создаваемой силой $1 Н$, приложенной к участку контура свободной поверхности длиной $1 м$ и действующей нормально к контуру и по касательной к поверхности.
Работа	LMT^{-2}	джоуль	J	J	Джоуль равен работе, совершаемой силой $1 Н$ при перемещении точки приложения силы на расстояние $1 м$ в направлении действия силы.
Потенциальная энергия					
Кинетическая энергия					Джоуль также является единицей энтропии (динамической, потенциалной) СИ.

1	2	3	4	5	6
5. Электричество и магнитизм					
Электрический заряд (количество электричества)	TI	кулон	C	Кл	Купон равен количеству электричества, прооходящему сквозь поперечное сечение проводника при силе тока 1 А за время 1 с.
Плотность (пространственная плотность)	L ⁻³ TI	кулон на кубический метр	C/m ³	Кл/м ³	Купон на кубический метр равен пространственной плотности электрического заряда, при которой заряд, равномерно распределенный в пространстве объемом 1 м ³ , равен 1 Кл.
электрического заряда Поверхностная плотность	L ⁻² TI	кулон на квадратный метр	C/m ²	Кл/м ²	Купон на квадратный метр равен поверхностной плотности электрического заряда, при которой заряд, равномерно распределенный по поверхности площадью 1 м ² , равен 1 Кл.
электрического заряда Линейная плотность	L ⁻¹ TI	кулон на метр	C/m	Кл/м	Купон на метр равен линейной плотности электрического заряда, при которой заряд, равномерно распределенный по длине 1 м, равен 1 Кл.
Плотность (поверхностная плотность)	L ⁻² I	ампер на квадратный метр	A/m ²	A/m ²	Ампер на квадратный метр равен плотности электрического тока, при которой сила тока, равномерно распределенного по поперечному сечению проводника площадью 1 м ² , равна 1 А.
электрического тока Линейная плотность	L ⁻¹ I	ампер на метр	A/m	A/m	Ампер на метр равен линейной плотности электрического тока, при которой сила тока, равномерно распределенного по сечению полого проводника длиной 1 м, равна 1 А.
Электрический потенциал	L ² MT ⁻² I ⁻¹	вольт	V	B	Вольт равен электрическому потенциалу в данной точке электрического поля, при котором работа по перемещению положительного заряда 1 Кл по любой траектории из данной точки в точку с нулевым потенциалом равна 1 Дж.
Разность потенциалов; электрическое напряжение	L ² MT ⁻² I ⁻¹	вольт	V	B	Вольт равен электрическому напряжению между двумя точками в цепи при отсутствии тока, при котором работа по перемещению положительного заряда 1 Кл по любой траектории между этими двумя точками равна 1 Дж.
Электродвижущая сила	L ² MT ⁻² I ⁻¹	вольт	V	B	Вольт равен электродвижущей силе источника тока, при которой совершается работа сторонними силами по перемещению положительного заряда 1 Кл от отрицательного к положительному полюсу источника в цепи всей электрической цепи, равная 1 Дж.
Напряженность электрического поля	LMT ⁻² I ⁻¹	вольт на метр	V/m	B/m	Вольт на метр равен напряженности электрического поля, при которой сила взаимодействия между точечным зарядом 1 Кл с силой 1 Н.
Электрическое поле (вектор)	L ² M ⁻¹ T ⁻² I ⁻¹	фард	F	Ф	Фард равен электрической емкости конденсатора, при которой заряд 1 Кл создает между обкладками конденсатора напряжение 1 В.
Электрическое сопротивление (омическое)	L ² MT ⁻² I ⁻²	ом	Ω	Ом	Ом равен электрическому сопротивлению проводника, между концами которого возникает напряжение 1 В при силе постоянного тока 1 А.
Электрическое сопротивление (Уайтхоуса)	L ² MT ⁻² I ⁻²	ом-метр	Ω m	Ом м	Ом-метр равен удельному электрическому сопротивлению материала проводника площадью поперечного сечения 1 м ² и длиной 1 м, имеющего сопротивление 1 Ом.
Электрическое сопротивление (Геттингера)	L ² M ⁻¹ T ⁻² I ⁻²	силемс	S	См	Силемс равен электрической проводимости участка электрической цепи сопротивлением 1 Ом.
Электрическая проводимость	L ⁻² M ⁻¹ T ⁻² I ²	силемс на метр	S/m	Сл/м	Силемс на метр равен удельной электрической проводимости материала проводника, при которой удельное электрическое сопротивление материала проводника 1 Ом м.

1	2	3	4	5	6
Удельная электрическая плотность Магнитный поток (поток магнитной индукции) Магнитная индукция, плотность магнитного потока Индуктивность	$L^2 M^{-1} T^{-2}$ $L^2 M T^{-2} I^{-1}$ $M T^{-2} I^{-1}$ $L^2 M T^{-2} I^{-2}$	справка на метр вектор вектор тензор	S/m Wb T H	Sm/m Bb Tm Gm	Справка на метр равен удельной электрической плотности материала проводника, при которой удельное электрическое сопротивление данного материала проводника 1 Ом.к. Вектор равен магнитному потоку, при убавлении которого во круга в септимальной с или электрической цепи сопротивлениями 1 Ом сила тока паразитно сачаина при одинаки прооидит количество электричества 1 Кл. Теста равна магнитной индукции, при которой сила тока паразитно сачаина площадью 1 м ² , перпендикулярно направлению потока, производит магнитный поток 1 Вб. Тензор равен индуктивности электрической цепи, с которой при силе постоянного тока в ней 1 А спадается магнитный поток 1 Вб.
Плотность звуковой энергии Поток звуковой энергии (звуковая мощность) Интенсивность звука	$L^3 M^{-1} T^{-4}$ $L^3 M T^{-4}$ $M T^{-4}$	джоуль на кубический метр ватт ватт ка квадратный метр	J/m^3 W W/m^2	Dj/m^3 $Вт$ $Вт/м^2$	Джоуль на кубический метр равен плотности звуковой энергии в объеме 1 м ³ при звуковой энергии 1 Дж. При звуковой энергии 1 Дж. Ватт равен потоку звуковой энергии, при котором за время 1 с передается звуковая энергия 1 Дж с силой площадью, перпендикулярно к направлению распространения звуковых волн. Ватт на квадратный метр равен интенсивности звука при потоке звуковой энергии 1 Вт и площади поперечного сечения канала 1 м ² .
Плотность (объемная) массы индуцики Лучистая экспоненция Поток илучения (лучистый поток, мощность илучения) Плотность (поверхностная) потока илучения (лучистого потока) Илучательность Облученность Сила илучения	$L^3 M T^{-3}$ $M T^{-3}$ $L^3 M T^{-3}$ $M T^{-3}$ $M T^{-3}$ $L^3 M T^{-3}$	джоуль на кубический метр ка квадратный метр ка квадратный метр ка квадратный метр ка квадратный метр ка квадратный метр ка квадратный метр на стерадиан	J/m^3 J/m^3 W W/m^2 W/m^2 W/m^2 W/m^2	Dj/m^3 Dj/m^3 $Вт$ $Вт/м^2$ $Вт/м^2$ $Вт/м^2$ $Вт/м^2$ $Вт/ср$	7. Оптическое илучение Джоуль на кубический метр равен плотности лучистой энергии, при которой тело объемом 1 м ³ илучает энергию 1 Дж. Джоуль на квадратный метр равен энергетической экспоненции, при которой на поверхность площадью 1 м ² падает илучение энергией 1 Дж. Ватт равен потоку илучения, при котором за время 1 с илучается энергия 1 Дж. Ватт на квадратный метр равен поверхностной плотности потока илучения, при которой поверхность площадью 1 м ² илучает (или поглощает) поток илучения 1 Вт. Ватт на квадратный метр равен илучательности поверхности площадью 1 м ² при потоке илучения 1 Вт. Ватт на квадратный метр равен облученности, при которой на поверхность площадью 1 м ² падает поток илучения 1 Вт. Ватт на стерадиан равен силе илучения точечного источника, илучающего в телесном угле 1 ср поток илучения 1 Вт.

1	2	3	4	5	6
Лучистость	$M\Gamma^{-2}$	ватт на квадратный метр	$W/(z \cdot m^2)$	$Вт/(ср \cdot м^2)$	Ватт на квадратный метр равен лучистости радиации падающей на плоскую поверхность площадью 1 м ² перпендикулярно к ней магнитной при силе луча 1 В/ср
Световой поток	J	люмен	lm	лк	Люмен равен световому потоку, испускаемому точечным источником силой света 1 кан в телесном угле, равном 1 ср.
Световая энергия	TJ	люмен-секунда	$lm \cdot s$	лк·с	Люмен-секунда равна световой энергии светового потока в 1 лк, действующего в течение 1 секунды
Яркость	$L^{-2}J$	кандела	cd/m^2	$кд/м^2$	Кандела на квадратный метр равна яркости светящейся поверхности площадью 1 м ² при силе света 1 кан.
Светимость	$L^{-2}J$	кандела на квадратный метр	$L \cdot cd/m^2$	$лк/м^2$	Люмен на квадратный метр равен светимости поверхности площадью 1 м ² , испускающей световой поток 1 лк.
Освещенность	$L^{-2}J$	люкс	лк	лк	Люкс равен освещенности поверхности площадью 1 м ² при падающем на нее световом потоке 1 лк.
Световая экспозиция	$L^{-2}TJ$	люкс-секунда	$lx \cdot s$	лк·с	Люкс-секунда равна световой экспозиции, создаваемой за время 1 с при освещенности 1 лк.
Световая эффективность потока излучения (световой эфф. светового потока)	$L^{-2}M^{-1}\Gamma^{-2}J$	люмен на ватт	lm/W	лм/Вт	Люмен на ватт равен световой эффективности, при которой лучистому потоку в 1 Вт соответствует световой поток 1 лк.
8. Химия и молекулярная физика					
Молярная масса вещества	MN^{-1}	килограмм на моль	kg/mol	кг/моль	Килограмм на моль равен молярной массе вещества, взятого при коллечестве вещества 1 моль
Молярный объем вещества	L^3N^{-1}	кубический метр на моль	m^3/mol	$м^3/моль$	Кубический метр на моль равен молярному объему вещества, взятого при коллечестве вещества 1 моль
Молярная внутренняя энергия	$L^2M\Gamma^{-2}N^{-1}$	джоуль на моль	J/mol	Дж/моль	Джоуль на моль равен молярной внутренней энергии вещества, взятого при коллечестве вещества 1 моль
Молярная тепловая емкость	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}N^{-1}$	джоуль на моль-кельвин	$J/(mol \cdot K)$	Дж/(моль·К)	Джоуль на моль-кельвин равен молярной теплоемкости вещества, взятого при коллечестве вещества 1 моль
Концентрация (объемная) молекул	L^{-3}	метр в кубе	m^{-3}	$м^{-3}$	Метр в кубе равен числу молекул, содержащихся в объеме 1 м ³ при температуре 1 К
Массовая концентрация компонента	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	kg/m^3	кг/м ³	Килограмм на кубический метр равен массовой концентрации компонента, при которой в объеме 1 м ³ содержится масса компонента 1 кг
Молярная концентрация компонента	$L^{-3}N$	моль на кубический метр	mol/m^3	моль/м ³	Моль на кубический метр равен молярной концентрации компонента в смеси (раствора, сплава), при которой в объеме смеси (раствора, сплава) 1 м ³ содержится количество вещества 1 моль
Молярность раствора компонента	$M^{-3}N$	моль на литр	mol/l	моль/л	Моль на литр равен молярности раствора, при которой на массу раствора 1 кг приходится количество растворенного вещества 1 моль
Энергия конформации Излучения	L^2MT^{-2}	джоуль	J	Дж	Джоуль равен энергии конформационного излучения, выделяемой при работе 1 Дж.
Скорость химической реакции	$L^{-3}\Gamma^{-1}N$	моль в секунду на кубический метр	$mol/(z \cdot m^3)$	моль/(с·м ³)	Моль в секунду на кубический метр равен средней скорости окислительно-восстановительной реакции, при которой за время 1 с молярная концентрация растворенного вещества в растворе изменяется на 1 моль/м ³ .

1	2	3	4	5	6
9. Ионизирующее излучение					
Полноценная доза излучения	$L^2 T^{-2}$	грей	Gy	Гр	Грей равен поглощенной дозе излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия, эквивалентная 1 Дж.
Мощность поглощенной дозы излучения (мощность дозы излучения)	$L^2 T^{-3}$	грей в секунду	Gy/s	Гр/с	Грей в секунду равен мощности поглощенной дозы излучения, при которой за время 1 с облученным веществом поглощается доза излучения 1 Гр.
Эквивалентная доза рентгеновского и гамма-излучения	$M^2 T^{-2}$	зюк на килограмм	S/kg	Кл/кг	Зюк на килограмм равен эквивалентной дозе рентгеновского и гамма-излучения, при которой сформирована единица в зюк в атмосферном воздухе массой 1 кг произведет ионизацию, эквивалентную заряду калитого знака, равный 1 Кл.
Мощность эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения	$M^2 T^{-3}$	альбер на килограмм	A/kg	А/кг	Альбер на килограмм равен мощности эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения, при которой за время 1 с зюком атмосферному воздуху передается эквивалентная доза излучения 1 Кл/кг.
Эквивалентная доза излучения	$L^2 T^{-2}$	зиеврт	Sv	Зв	Зиеврт равен эквивалентной дозе излучения, при которой поглощенная доза равна 1 Гр и коэффициент качества излучения равен единице.
Мощность эквивалентной дозы излучения	$L^2 T^{-3}$	зиеврт в секунду	Sv/s	Зв/с	Зиеврт в секунду равен мощности эквивалентной дозы излучения, при которой за время 1 с облученным веществом поглощается эквивалентная доза излучения 1 Зв.
Плотк энергии ионизирующего излучения	$L^2 M T^{-3}$	ватт в секунду	W	Вт	Ватт равен потоку энергии ионизирующего излучения, при котором за время 1 с передается энергия, эквивалентная 1 Дж.
Интенсивность ионизирующего излучения (плотность потока энергии ионизирующего излучения)	$M T^{-3}$	ватт на квадратный метр	W/m ²	Вт/м ²	Ватт на квадратный метр равен интенсивности излучения, при которой на поверхность площадью 1 м ² падает излучение мощностью 1 Вт perpendicularно этой поверхности.
Активность кюри (радиоактивного вещества)	T^{-1}	беккерель	Bq	Бк	Беккерель равен активности кюрида в радиоактивном источнике, в котором за время 1 с происходит один акт распада.
Удельная активность радиоактивного вещества	$M^2 T^{-1}$	беккерель на килограмм	Bq/kg	Бк/кг	Беккерель на килограмм равен удельной активности, при которой на массу 1 кг радиоактивного вещества приходится активность, равная 1 Бк.
Объемная активность радиоактивного вещества	$L^3 T^{-1}$	беккерель на кубический метр	Bq/m ³	Бк/м ³	Беккерель на кубический метр равен объемной активности, при которой на объем 1 м ³ радиоактивного вещества приходится активность 1 Бк.
Массовая активность радиоактивного вещества	$T^{-1} M^{-1}$	беккерель на килограмм	Bq/kg	Бк/кг	Беккерель на килограмм равен массовой активности, при которой на количество вещества радиоактивного вещества 1 кг приходится активность 1 Бк.

Множитель	Наименование	Приставка		Обозначение	
		Происхождение	От какого слова	Из какого языка	Международное
1	2	3	4	5	6
$1000000000000000000 = 10^{18}$	Экса	Шесть (раз по 10^3)	греч.	Е	Э
$1000000000000000 = 10^{15}$	Пета	Пять (раз по 10^3)	то же	P	П
$1000000000000 = 10^{12}$	Тера	Огромный	"	T	T
$1000000000 = 10^9$	Гига	Гигант	"	G	Г
$1000000 = 10^6$	Мега	Большой	"	M	м
$1000 = 10^3$	Кило	Тысяча	"	K	к
$100 = 10^2$	Гекто	Сто	"	h	г
$10 = 10^1$	Дека	Десять	"	da	да
$0,1 = 10^{-1}$	Деци	Десять	лат.	d	д
$0,01 = 10^{-2}$	Санتي	Сто	то же	c	с
$0,001 = 10^{-3}$	Милли	Тысяча	"	m	м
$0,000001 = 10^{-6}$	Микро	Малый	греч.	μ	мк
$0,000000000001 = 10^{-9}$	Нано	Карлик	лат.	n	н
$0,000000000000001 = 10^{-12}$	Пико	Пикколо (маленький)	итал.	P	п
$0,000000000000000001 = 10^{-15}$	Фемто	Пятнадцать	дат.	f	ф
$0,00000000000000000001 = 10^{-18}$	Атто	Восемнадцать	то же	a	а

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Интегральная функция распределения вероятности К.Пирсона

Число интервалов	Значения χ_0^2 при доверительной вероятности								
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95
5	0,77	0,77	1,15	1,35	2,12	2,88	3,65	4,62	6,35
10	4,61	5,38	6,35	7,12	8,08	9,62	10,58	12,12	14,23
15	9,23	10,38	11,54	12,88	14,23	15,96	16,92	18,46	20,77
20	13,65	15,19	16,53	18,27	20,01	21,73	23,08	24,81	27,31
25	18,46	20,19	21,92	23,85	25,96	29,81	29,23	30,96	33,65
30	23,27	24,95	26,92	29,23	31,35	33,65	35,02	36,92	40,03

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Функция $P=2L(t)$

<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
0,6	0,45	1,5	0,87	2,4	0,984	3,3	0,9990
0,7	0,51	1,6	0,89	2,5	0,988	3,4	0,9993
0,8	0,57	1,7	0,91	2,6	0,990	3,5	0,9995
0,9	0,63	1,8	0,93	2,7	0,993	3,6	0,9997
1,0	0,68	1,9	0,94	2,8	0,995	3,7	0,9998
1,1	0,73	2,0	0,95	2,9	0,996	2,8	0,99986
1,2	0,77	2,1	0,964	3,0	0,997	3,9	0,99990
1,3	0,80	2,2	0,972	3,1	0,9981	4,0	0,99993
1,4	0,84	2,3	0,978	3,2	0,9986		

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Основные ряды предпочтительных чисел в соответствии с ГОСТ 8032-84.

Основные ряды				Номер предпочтительного числа	Мантиссы логарифмов	Расчетные величины чисел	Разность между числами основного ряда и расчетными величинами, %
R5	R10	R20	R40				
1,00	1,00	1,00	1,00	0	000	1,0000	0
			1,06	1	023	1,0593	+0,07
		1,12	1,12	2	050	1,1220	-0,18
			1,18	3	075	1,1885	-0,71
	1,25	1,25	1,25	4	100	1,2589	-0,71
			1,32	5	125	1,3335	-1,01
		1,40	1,40	6	150	1,4125	-0,88
			1,50	7	175	1,4962	+0,25
1,60	1,60	1,60	1,60	8	200	1,5849	+0,95
			1,70	9	225	1,6788	+1,26
		1,80	1,80	10	250	1,7783	+1,22
			1,90	11	275	1,8836	-0,87
	2,00	2,00	2,00	12	300	1,9953	+0,24
			2,12	13	325	2,1135	+0,31
		2,24	2,24	14	350	2,2387	+0,06
			2,36	15	375	2,3714	-0,48
2,50	2,50	2,50	2,50	16	400	2,5119	-0,47
			2,65	17	425	2,6607	-0,40
		2,80	2,80	18	450	2,8184	-0,65
			3,00	19	475	2,9854	+0,49
	3,15	3,15	3,15	20	500	3,1623	-0,39
			3,35	21	525	3,3497	+0,01
		3,55	3,55	22	550	3,5481	+0,05
			3,75	23	575	3,7584	-0,22
4,00	4,00	4,00	4,00	24	600	3,9811	+0,47
			4,25	25	625	4,2170	+0,78
		4,50	4,50	26	650	4,4668	+0,74
			4,75	27	675	4,7315	+0,39
	5,00	5,00	5,00	28	700	5,0119	-0,24
			5,30	29	725	5,3088	-0,17
		5,60	5,60	30	750	5,6234	-0,42
			6,00	31	775	5,9566	+0,73
6,30	6,30	6,30	6,30	32	800	6,3096	-0,15
			6,70	33	825	6,6834	+0,25
		7,10	7,10	34	850	7,0795	+0,29
			7,50	35	875	7,4989	+0,01
	8,00	8,00	8,00	36	900	7,9433	+0,71
			8,50	37	925	8,4140	+1,02
		9,00	9,00	38	950	9,9125	+0,98
			9,50	39	975	9,4406	+0,63
10,00	10,00	10,00	10,00	40	000	10,000	0

1	2	3	4	5	6
Плотность (плотность массы)	L ⁻³ M	килограмм на кубический метр	кг/м ³	кг/м ³	Контроль на кубический метр равен плотности однородного вещества, масса которого при объеме 1 м ³ равна 1 кг.
Линейная плотность	L ⁻² M	килограмм на метр	кг/м	кг/м	Контроль на метр равен линейной плотности тела, масса которого при длине 1 м равна 1 кг.
Площадь	L ⁻² M	квадратный метр	м ²	м ²	Контроль на квадратный метр равен площади поверхности плоской фигуры, масса которой при площади поверхности 1 м ² равна 1 кг.
Удельный объем	L ³ M ⁻¹	кубический метр на килограмм	м ³ /кг	м ³ /кг	Кубический метр на килограмм равен удельному объему однородного вещества, объем которого при массе 1 кг равен 1 м ³ .
Импульс (количество движения)	LMT ⁻¹	килограмм-метр в секунду	кг·м/с	кг·м/с	Контроль-метр в секунду равен импульсу материальной точки массой 1 кг, движущейся со скоростью 1 м/с.
Момент импульса (динамический момент инерции)	L ² M	килограмм-метр квадрат	кг·м ²	кг·м ²	Контроль-метр в квадрате равен моменту инерции материальной точки массой 1 кг, движущейся на расстоянии 1 м от оси вращения.
Сила	LMT ⁻²	ньютон	Н	Н	Ньютон равен силе, сообщающей телу массой 1 кг ускорение 1 м/с ² в направлении действия силы.
Вис	L ² MT ⁻²	ньютон-метр	Н·м	Н·м	Ньютон является также единицей веса и силы тяжести СИ.
Момент силы	L ² MT ⁻²	ньютон-метр	Н·м	Н·м	Ньютон-метр равен моменту силы, создаваемой силой 1 Н, относительно прямого, расположенной на расстоянии 1 м от точки действия силы.
Импульс силы	LMT ⁻¹	ньютон-секунда	Н·с	Н·с	Ньютон-секунда равна импульсу силы, вызывающей силой 1 Н, действующей в течение времени 1 с.
Давление	L ⁻¹ MT ⁻²	паскаль	Па	Па	Паскаль равен давлению, вызываемому силой 1 Н, равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м ² , расположенной перпендикулярно действию силы.
Нормальная составляющая силы	L ⁻¹ MT ⁻²	паскаль	Па	Па	Паскаль равен нормальному механическому напряжению, вызываемому упругой силой 1 Н, при равномерном ее распределении по единице площади 1 м ² , расположенному перпендикулярно направлению действия силы.
Момент инерции (момент Юнга)	L ⁻¹ MT ⁻²	паскаль	Па	Па	Паскаль равен модулю продольной упругости тела, испытывающего отсоединение удлинения, равное 1, при нормальном механическом напряжении 1 Па.
Вязкость (динамическая и кинематическая)	L ⁻¹ MT ⁻¹	паскаль-секунда	Па·с	Па·с	Паскаль-секунда равна динамической вязкости среды, вытекающей из цилиндра в который при одинаковых условиях и при равности скоростей слоев 1 м ² , движущихся на расстоянии 1 м по оси цилиндра кинематическая вязкость, составляет 1 Па·с.
Кинематическая вязкость	L ² T ⁻²	квадратный метр на секунду	м ² /с	м ² /с	Квадратный метр на секунду равен кинематической вязкости, при которой динамическая вязкость имеет плотность 1 кг/м ³ равна 1 Па·с.
Площадь поверхности	MT ⁻²	ньютон на метр	Н/м	Н/м	Ньютон на метр равен нормальному натяжению, создаваемому силой 1 Н, приложившей кучастку контура свободной поверхностью длиной 1 м и действующей нормально к контуру и по касательной к поверхности.
Работа	LMT ⁻²	джоуль	Дж	Дж	Джоуль равен работе, совершаемой силой 1 Н при перемещении точки приложения силы на расстояние 1 м в направлении действия силы.
Энергия	LMT ⁻²	джоуль	Дж	Дж	Джоуль также является единицей энергии (кинетической, потенциальной) СИ.
Потенциальная энергия	LMT ⁻²	джоуль	Дж	Дж	
Кинетическая энергия	LMT ⁻²	джоуль	Дж	Дж	

