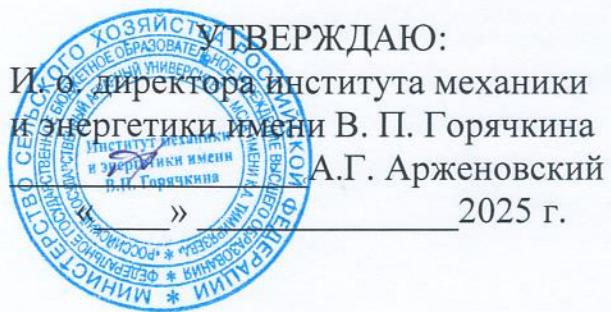


Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики им. В.П. Горячина  
Дата подписания: 12.12.2025 15:36:37  
Уникальный программный ключ:  
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячина  
Кафедра метрологии, стандартизации и управления качеством



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.28 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Направленность – Электропривод и автоматика

Курс 2,3  
Семестр 4, 5

Форма обучения – заочная  
Год начала подготовки – 2025

Москва, 2025

Разработчик: д.т.н., доцент Н. Ж. Шкаруба

«16» июня 2025 г.

Рецензент: к.т.н., доцент С.К. Тойгамбаев

«16» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством» протокол № 12/06/25 от «16» июня 2025 г.

Зав. кафедрой метрологии, стандартизации и управления качеством  
д.т.н., проф. О.А. Леонов

«16» июня 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

д.т.н, проф. О. Н. Дидманидзе

протокол № 5 от «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина

к.т.н, доц. Е.А. Шабаев

«16» июня 2025 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	19
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	31
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>32</b>
7.1 Основная литература .....	32
7.2 Дополнительная литература .....	33
7.3 Нормативные правовые акты .....	33
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	33
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ....</b>	<b>33</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>35</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>36</b>

## **Аннотация**

**рабочей программы дисциплины Б1.О.28 «Метрология, стандартизация и сертификация» для подготовки бакалавров по направлению подготовки**

**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**направленности «Электропривод и автоматика»**

Целью освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и управление качеством» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для проведения измерений электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности, включая: выбора средств измерений; проведения измерений электрических и неэлектрических величин; обработки результатов измерений. Изучение дисциплины интегрировано с онлайн курсом «Метрология, стандартизация и управление качеством» размещенном на платформе Moodle, таким образом студенты в результате освоения дисциплины приобретают умение и навыки работать с новыми цифровыми технологиями и инструментами.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть блока Б1 учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», реализуется в 4, 5 семестре 2, 3 курса.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате изучения данной дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции (индикаторы достижения компетенций): **УК-2 (УК-2.2), ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-6 (ОПК-6.1).**

### **Краткое содержание дисциплины:**

**Метрология.** Основные термины и понятия метрологии. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин. Погрешности измерений. Средства измерений. Обработка результатов измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений.

**Стандартизация.** Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Объекты стандартизации. История развития стандартизации и пути ее развития в России. Научно-методические основы стандартизации. Система стандартизации РФ. Правовые основы стандартизации.

**Подтверждение соответствия (сертификация).** Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия. Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании». Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Схемы и системы подтверждения соответствия. Надзор за соблюдением правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы (108 часа).

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и управление качеством» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для проведения измерений электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности, включая: выбора средств измерений; проведения измерений электрических и неэлектрических величин; обработки результатов измерений. Изучение дисциплины интегрировано с онлайн курсом «Метрология, стандартизация и управление качеством» размещенном на платформе Moodle, таким образом студенты в результате освоения дисциплины приобретают умение и навыки работать с новыми цифровыми технологиями и инструментами.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Метрология, стандартизация и управление качеством» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электропривод и автоматика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрология, стандартизация и управление качеством» являются:

«Физика» – знать фундаментальные разделы физики (1, 2 курс);

«Математика» – уметь использовать математический аппарат для обработки технической информации и анализа данных основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятности и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных (1, 2 курс);

«Начертательная геометрия и инженерная графика» – методы выполнения эскизов и технических чертежей стандартных деталей и сборочных единиц (1, 2 курс).

Дисциплина «Метрология, стандартизация и управление качеством» является основополагающей для изучения следующих дисциплин:

«Электрические измерения» – выбирать средства измерения и обрабатывать результаты измерений (3 курс);

«Эксплуатация систем электроснабжения» – выбор и использование средств измерений при эксплуатации систем электроснабжения (4 курс).

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и управление качеством» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### **Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№4	№5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>12,4</b>	<b>2</b>	<b>10,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	12,4	2	10,4
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	6	2	4
практические занятия (ПЗ)	6	—	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	—	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>95,6</b>	<b>34</b>	<b>61,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, рубежному контролю)</i>	87	34	53
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6	—	8,6
Вид промежуточного контроля:			Экзамен

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	правовые нормы (законы РФ) в области метрологии, стандартизации и подтверждения соответствия	решать метрологические задачи, выбирая оптимальный способ решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	навыками решения метрологических задач и выбора оптимальных способов решения.
2.	ОПК-1	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием компьютерных и сетевых технологий	ОПК-1.1 Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств	нормативно-правовую базу в сфере метрологии, стандартизации и сертификации; алгоритмы обработки результатов измерений;	обрабатывать результаты однократных и многократных прямых и косвенных измерений; создавать и загружать файлы различных форматов на платформу Moodle	навыками проведения и обработки результатов измерений, в том числе с помощью программных продуктов (например, Excel); оформлять результаты текстовыми файлами с помощью программных продуктов (например, Word).
3.	ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ОПК-6.1 Выбирает средства измерений, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измере-	теоретические и законодательные основы метрологии; классификацию и основные метрологические характеристики технических средств (средств изме-	выбирать средства измерений для определения параметров технологических процессов и качества продукции; осуществлять поиск необходимых средств изме-	навыками оценки параметров технологических процессов и качества продукции, в том числе с помощью программных продуктов (например, Excel);

		<p>ний и оценивает их погрешность</p>	<p>рений); методики обработки результатов наблюдений (измерений); программы для работы с электронными таблицами и текстовыми файлами (табличные и текстовые редакторы, например Excel и Word)</p>	<p>рений и их метрологических характеристик в сети Интернет с применением цифровых инструментов (Google, Yahoo, Alta Яndex, Rambler, Апорт); создавать и загружать файлы различных форматов на платформу Moodle</p>	<p>оформлять результаты текстовыми файлами с помощью программных продуктов (например, Word).</p>
--	--	---------------------------------------	---	---	--

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 1. «Метрология»</b>					
Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии	8	2	–	–	6
Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин	8	–	–	–	8
Тема 1.3. Погрешности измерений	20	–	–	–	20
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>34</b>
Тема 1.4. Средства измерений	18	4	4	–	10
Тема 1.5. Обработка результатов измерений	12	–	2	–	10
Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.	8	–	–	–	8
Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений	4	–	–	–	4
<b>Раздел 2. «Стандартизация»</b>					
Тема 2.1. Основные цели, задачи и объекты стандартизации	4	–	–	–	4
Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации	4	–	–	–	4
Тема 2.3. Система стандартизации РФ	2	–	–	–	2
<b>Раздел 3. «Подтверждение соответствия (сертификация)»</b>					
Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия	4	–	–	–	4
Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия	4	–	–	–	4
Тема 3.3. Государственный контроль и надзор	3	–	–	–	3
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	0,4	–
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6	–	–	–	8,6
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0,4</b>	<b>61,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0,4</b>	<b>95,6</b>

## **Раздел 1. Метрология**

### **Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии.**

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины. Понятие измерение. Основное уравнение измерений. Виды и методы измерений. Форма записи результата измерения.

### **Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.**

Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.

### **Тема 1.3. Погрешности измерений.**

Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультиплективные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Законы распределения результатов и погрешностей измерений. Экспериментальные способы определения составляющих и суммарной погрешности в статическом режиме измерения. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.

### **Тема 1.4. Средства измерений.**

Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ): классификация СИ, классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения). Метрологические характеристики СИ. Нормирование погрешности средств измерения. Классы точности СИ.

### **Тема 1.5. Обработка результатов измерений**

Формы представления результатов измерений. Использование априорной и апостериорной информации для оценивания погрешностей измерений. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов. Обработка результатов косвенных измерений.

### **Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.**

Понятие метрологического обеспечения единства измерений. Воспроизведение и передача размеров единиц физических величин. Научные организационные

и технические основы метрологического обеспечения контроля качества. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений.

#### *Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений*

Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора.

### ***Раздел 2. Стандартизация норм взаимозаменяемости***

#### *Тема 2.1. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости*

Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Объекты стандартизации. История развития стандартизации и пути ее развития в России. Основные направления формирования стандартизации как научного направления. Стандартизация в условиях развитых рыночных отношений и ее экономические, социальные и коммуникативные функции. Роль стандартизации в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, становлении научно-технического и экономического сотрудничества и развития торговых связей.

#### *Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации*

Математические модели и методы, применяемые в теории стандартизации. Система предпочтительных чисел, теория параметрических рядов. Особенности выбора линейных размеров. Ряды нормальных линейных размеров основного применения, дополнительные размеры. Ряды Е, особенности образования и область применения. Задачи оптимизации одномерных и многомерных параметрических рядов. Статистические и вероятностные методы, экономико-математическое моделирование и прогнозирование развития объектов стандартизации. Система методов оценки качества и оптимизации параметров объектов стандартизации.

#### *Тема 2.3. Система стандартизации РФ*

Основные положения системы стандартизации (СС РФ). Категории и виды стандартов. Классификация и обозначение стандартов. Межотраслевые системы стандартизации как объект СС, их роль в повышении эффективности производства, обеспечении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции. Характеристика, содержание и построение основных видов стандартов. Порядок разработки, согласования и утверждения проектов стандартов.

Государственные органы и службы стандартизации, их задачи и направления работы. Технические комитеты по стандартизации. Службы стандартизации в отраслях и на предприятиях.

Правовые основы стандартизации. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».

### ***Раздел 3. Подтверждение соответствия (сертификация)***

### *Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия*

Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании». Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Сертификация систем качества предприятий, организаций и учреждений на соответствие требований международных стандартов серии ИСО 9000. Основные принципы организации работ по сертификации систем качества. Задачи сертификации с точки зрения межгосударственных, политических, торгово-экономических и социальных экономических отношений. Объекты сертификации – продукция (услуги), процессы, системы качества производства, квалификация персонала. Обязательная и добровольная форма подтверждения соответствия

### *Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия*

Схема сертификации по классификации ИСО. Системы сертификации однородной продукции, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила и одинаковые процедуры. Структура системы сертификации. Схемы сертификации продукции и схемы сертификации услуг.

### *Тема 3.4. Государственный контроль и надзор*

Надзор за соблюдением правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией. Понятие о Государственном Реестре. Информационное обслуживание по данным Реестра. Роль Государственного Реестра в проведении технической политики и управлении сертификацией продукции.

## **4.3 Лекции и практические занятия**

Таблица 4

### **Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций и практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
Тема 1.1. <i>Основные термины и понятия метрологии</i>	Лекция № 1. Основные термины и понятия метрологии.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)	–	2
Тема 1.4. Средства измерений	Лекция № 2. Средства измерений.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)	–	4
	Практическая работа № 1. Параметры и свойства средств измерений.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)	проверка выполненного задания	2

<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций и практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
	Практическая работа № 2. Погрешности средств измерений. Цифровые инструменты и технологии, используемые для оценки погрешностей средств измерений	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)	проверка выполненного задания	2
Тема 1.5. Обработка результатов измерений	Практическая работа № 3. Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число). Цифровые инструменты и технологии, используемые для обработки результатов измерений.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)	проверка выполненного задания	2

#### **4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

**Таблица 5**

#### **Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1.	<i>Тема 1. Основные термины и понятия метрологии.</i>	Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины. Понятие измерение. Основное уравнение измерений. Виды и методы измерений.	

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
		Форма записи результата измерения.	
2.	<i>Тема 2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.</i>	Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
3.	<i>Тема 3. Погрешности измерений.</i>	Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультиплексивные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Законы распределения результатов и погрешностей измерений. Экспериментальные способы определения составляющих и суммарной погрешности в статическом режиме измерения. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
4.	<i>Тема 4. Средства измерений.</i>	Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ): классификация СИ, классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения). Метрологические характеристики СИ. Нормирование погрешности средств измерения. Классы точности СИ.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
5.	<i>Тема 5. Обработка результатов измерений</i>	Формы представления результатов измерений. Использование априорной и апостериорной информации для оценивания погрешностей измерений. Ал-	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) УК-

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
		горитмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов. Обработка результатов косвенных измерений.	2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
6.	<i>Тема 6. Основы метрологического обеспечения.</i>	Понятие метрологического обеспечения единства измерений. Воспроизведение и передача размеров единиц физических величин. Научные организационные и технические основы метрологического обеспечения контроля качества. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
7.	<i>Тема 7. Правовые основы обеспечения единства измерений</i>	Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
8.	<i>Тема 2.1.Основные цели, задачи и объекты стандартизации</i>	Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Объекты стандартизации. История развития стандартизации.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируем ые компетенци и
		тизации и пути ее развития в России. Основные направления формирования стандартизации как научного направления. Стандартизация в условиях развитых рыночных отношений и ее экономические, социальные и коммуникативные функции. Роль стандартизации в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, становлении научно-технического и экономического сотрудничества и развития торговых связей.	
9.	<i>Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации</i>	Математические модели и методы, применяемые в теории стандартизации. Система предпочтительных чисел, теория параметрических рядов. Особенности выбора линейных размеров. Ряды нормальных линейных размеров основного применения, дополнительные размеры. Ряды Е, особенности образования и область применения. Задачи оптимизации одномерных и многомерных параметрических рядов. Статистические и вероятностные методы, экономико-математическое моделирование и прогнозирование развития объектов стандартизации. Система методов оценки качества и оптимизации параметров объектов стандартизации.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
10.	<i>Тема 2.3.Система стандартизации РФ</i>	Основные положения системы стандартизации (СС РФ). Категории и виды стандартов. Классификация и обозначение стандартов. Межотраслевые системы стандартизации как объект СС, их роль в повышении эффективности производства, обеспечении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции. Характеристика, содержание и построение ос-	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>	<b>Формируем ые компетенци и</b>
		<p>новных видов стандартов. Порядок разработки, согласования и утверждения проектов стандартов.</p> <p>Государственные органы и службы стандартизации, их задачи и направления работы. Технические комитеты по стандартизации. Службы стандартизации в отраслях и на предприятиях.</p> <p>Правовые основы стандартизации. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».</p>	
11.	<i>Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия</i>	<p>Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании». Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Сертификация систем качества предприятий, организаций и учреждений на соответствие требований международных стандартов серии ИСО 9000. Основные принципы организации работ по сертификации систем качества. Задачи сертификации с точки зрения межгосударственных, политических, торгово-экономических и социальных экономических отношений. Объекты сертификации – продукция (услуги), процессы, системы качества производства, квалификация персонала. Обязательная и добровольная форма подтверждения соответствия</p>	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)
12.	<i>Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия</i>	<p>Схема сертификации по классификации ИСО. Системы сертификации однородной продукции, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила и одинаковые процедуры. Структура системы сертификации. Схемы сертификации продукции и схемы сертификации</p>	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
		услуг.	
13.	<i>Тема 3.3. Государственный контроль и надзор</i>	Надзор за соблюдением правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией. Понятие о Государственном Реестре. Информационное обслуживание по данным Реестра. Роль Государственного Реестра в проведении технической политики и управлении сертификацией продукции.	УК-2(УК-2.2) ОПК-6 (ОПК-6.1) ОПК-1 (ОПК-1.1)

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
- основные формы практического обучения: лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов;
- цифровые технологии (работа с онлайн курсом «Метрология, стандартизация и управление качеством» размещенном на платформе Moodle; работа с электронными таблицами и текстовыми файлами (табличные и текстовые редакторы, например, Excel и Word); цифровые инструменты поиска в сети Интернет. (Google, Yahoo, Alta Vista, Excite, Hot Bot, Lycos, Яндекс, Rambler, Апорт).

Таблица 6  
**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

<b>Тема и форма занятия</b>		<b>Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий</b>
Тема 1. Основные термины и понятия метрологии	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)
Тема 4. Средства измерения	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях при проверке правильности выполнения индивидуального задания практической работы, а также с помощью расчетно-графической работы.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме промежуточного контроля – экзамена.

#### **Задания для практических работ, выполняемых на практических занятиях**

##### ***Задания для практических работ, выполняемых на практических занятиях***

##### **Практическая работа № 1.**

##### **Параметры и свойства средств измерений**

Определить значение измеряемого параметра для данных, представленных в таблице 7 и 8.

*Таблица 7*

##### *Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Положение стрелки	20	10	12	16	22	24	18	28	8	14

*Таблица 8*

##### *Исходные данные*

	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мультиметр	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340
Положение переключателя, ~V	3	2,5	6	10	15	50	30	250	60	500
Положение переключателя, ~mA	0,6	0,25	3	1	1500	5	60	25	300	0,25
Мультиметр	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353
Положение	0,05	1500	0,25	0,6	1	3	5	15	2,5	60

переключателя, $-mA$										
Положение переключателя, $-V$	1000	150	2,5	300	10	600	50	1,5	250	15

Определить цену деления и чувствительность прибора при измерении значений, представленных в таблице 9.

Таблица 9

*Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мультиметр	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353

Таблица 10

*Исходные данные*

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеряемое значение, $\sim V$	2,0	12	16	24	85	42	64	55	250	150
Измеряемое значение, $-mA$	800	500	400	250	100	50	15	30	45	60
Измеряемое значение, $-V$	0,5	2,5	350	35	46	320	140	400	4,0	18
Измеряемое значение, $\sim mA$	0,2	0,5	1,5	3,5	4,5	0,15	0,1	0,4	0,8	2,0

Для измерения напряжения  $U_1$  и  $U_2$ , с частотой 100 Гц и 150 кГц, использовали вольтметр В3–38.

Определить абсолютную и относительную погрешности этих измерений, если в паспорте вольтметра указаны следующие технические характеристики:

а) диапазон измеряемых напряжений от 100 мкВ до 300 В перекрывается следующими пределами:

мВ	1	3	10	30	100	300
В	1	3	10	30	100	300

б) в нормальной области частот от 45 Гц до 20 МГц основная погрешность, выраженная в процентах от конечного значения установленного предела измерения, не превышает  $\pm\gamma_1$  % в диапазоне 1 ... 300 мВ и  $\pm\gamma_2$  % в диапазоне 1 ... 300 В.

Таблица 11

*Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Основная погрешность $\pm\gamma_1$ , %	1	1,5	1,6	2	2,5	1	1,5	1,6	2	2,5
Основная погрешность $\pm\gamma_2$ , %	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4

Таблица 12

#### Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеряемое напряжение $U_1$	5 В	20 мВ	35 В	120 мВ	220 В	140 мВ	25 В	110 мВ	12 В	60 мВ
Измеряемое напряжение $U_2$	10 мВ	25 В	20 мВ	120 В	40 мВ	45 В	210 мВ	24 В	40 мВ	220 В

Определить аддитивную и наибольшую мультипликативную погрешность средства измерений, если номинальная функция преобразования  $Y_n$ , а реальная  $Y_p$  (табл. 29), верхний предел диапазона измерений  $X_{max}$  (табл. 13).

Таблица 13

#### Исходные данные

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верхний предел измерения средства измерения $X_{max}$	40	50	60	70	80	90	100	110	200	250

Таблица 14

#### Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Реальная функция преобразования $Y_p$	$0,01+3,02x$	$-0,02+2,04x$	$0,03+2,98x$	$0,05+1,95x$	$0,12+4,05x$	$-0,05+3,98x$	$0,08+3,06x$	$-0,02+2,01x$	$0,04+3,03x$	$-0,01+2,97x$
Номинальная функция преобразования $Y_n$	$3,0x$	$2,0x$	$3,0x$	$2,0x$	$4,0x$	$4,0x$	$3,0x$	$2,0x$	$3,0x$	$3,0x$

При пяти измерениях одного и того же напряжения датчика с помощью вольтметра получены следующие результаты  $U_1 \dots U_5$ . Считая среднее арифметическое значение приведенных напряжений истинным, определить границы абсолютной и относительной погрешностей.

Таблица 15

### Исходные данные

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показания вольтметра, В	3,02	3,02	3,01	3,06	3,0	2,99	2,98	2,97	3,05	3,04
Показания вольтметра $U_2$ , В	3,01	3,06	3,03	2,99	2,98	2,97	3,05	3,04	3,02	2,98

*Таблица 16*

### Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показания вольтметра $U_3$ , В	3,0	2,99	2,98	2,97	3,05	3,04	3,01	3,06	3,0	2,99
Показания вольтметра $U_4$ , В	3,06	3,08	3,02	3,0	2,99	2,98	2,97	3,05	3,04	3,05
Показания вольтметра $U_5$ , В	2,97	2,95	3,04	3,2	3,0	2,99	2,98	2,97	3,05	3,04

### Практическая работа № 2.

#### Погрешности средств измерений

Для прибора (таб.17) в выбранном диапазоне определить абсолютную, относительную и приведенную погрешность измерения заданных параметров (таб.18).

*Таблица 17*

### Исходные данные

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мультиметр	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353	Ц4340	Ц4353

*Таблица 18*

### Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеряемое значение, мА	-2	~1,5	-0,2	~1,4	-0,2	~0,4	-0,8	~1,6	-0,1	~0,1
Измеряемое значение, В	~12	-1,1	~50	-7,5	~2,5	-5	~30	-1,5	~4,5	-4,6

Вольтметр имеет заданный класс точности (таб. 19) и следующие пределы измерений: 7,5; 15; 75; 150 В.

Определите величину предельной абсолютной и приведенной погрешности измерения напряжения  $U_1$  и  $U_2$  (таб. 20) и запишите результат измерения.

Таблица 19

*Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Класс точности вольтметра	(0,2)	(0,4)	(0,6)	(0,15)	(0,5)	(0,25)	(0,4)	(0,3)	(0,1)	(0,2)

Таблица 20

*Исходные данные*

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеренное напряжение $U_1$ , В	5,5	35,2	64,2	5,8	65,4	25,6	87,4	95,4	4,2	87,6
Измеренное напряжение $U_2$ , В	95,5	85,2	84,2	105	10,4	96,6	5,4	25,4	21,2	7,6

Цифровой вольтметр класса точности с/д (таб. 21) имеет пределы измерения: 6; 15; 30; 60; 150; 300 В.

Определите:

а) предельную погрешность измерения и запишите результат измерения напряжения  $U$ ;

б) значения аддитивной и мультипликативной составляющих погрешностей результата измерения напряжения  $U$ .

Таблица 21

*Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеренное напряжение $U$ , В	5,5	20	35	75	110	160	220	4,5	45	85

Таблица 22

*Исходные данные*

Параметр	Вторая цифра варианта										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Класс точности	c	0,02	0,04	0,06	0,15	0,06	0,04	0,025	0,02	0,04	0,06
	d	0,01	0,015	0,02	0,06	0,04	0,025	0,016	0,01	0,02	0,04

Определить абсолютную, относительную и приведенную погрешность измерения напряжения переменного тока  $U_1$  с частотой  $T_1$  и тока  $U_2$  с частотой  $T_2$  (табл. 23, 24).

Для измерения используют 4,5-разрядный цифровой мультиметр U3401A. Разрешающая способность при измерении постоянной и переменной составляющих напряжения переменного тока, отсчет полной шкалы и погрешность заданы по формуле

$$\pm\Delta = \pm (\% \text{ от отсчета} + n \text{ е.м.р.})$$

и, представлены в таблице 24.

*Таблица 23  
Метрологические характеристики мультиметра U3401A*

Предел измерения	Разрешающая способность	Макс. значение отсчета	Погрешность		
			от 50 Гц до 10 кГц	от 10 кГц до 30 кГц	от 30 кГц до 100 кГц
500,00 мВ	10 мкВ	510,00	0,5% + 50	2% + 70	3% + 60
5,0000 В	100 мкВ	5,1000	0,5% + 25	1% + 30	3% + 40
50,000 В	1 мВ	51,000	0,5% + 15	1% + 20	3% + 30

*Таблица 24*

*Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота $T_1$	20 кГц	50 кГц	5 кГц	25 кГц	70 кГц	90 Гц	15 кГц	35 кГц	80 Гц	20 кГц
Частота $T_2$ ,	60 Гц	15 кГц	35 кГц	80 Гц	20 кГц	50 кГц	5 кГц	25 кГц	70 кГц	90 Гц

*Таблица 25*

*Исходные данные*

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеряемое напряжение $U_1$ , В	5,365	42,14	0,87	27,4	0,54	10,36	22,34	0,231	40,14	15,54
Измеряемое напряжение $U_2$ , В	0,248	2,348	12,23	0,147	25,54	3,54	0,365	32,14	1,87	0,451

При поверке миллиамперметра на диапазоне измерения от 0 А до  $I_{max}$  образцовым прибором получены значения абсолютной погрешности  $\Delta_1 \dots \Delta_5$ . Определить приведенную погрешность и назначить класс точности миллиамперметра.

*Таблица 26*

*Исходные данные*

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Абсолютная по-грешность $\Delta_1$ , мА	0,02	-0,01	0,03	-0,04	0,05	-0,02	0,01	-0,05	0,02	-0,03
Абсолютная по-грешность $\Delta_2$ , мА	0,05	0,02	-0,01	0,03	-0,04	0,05	0,05	-0,02	0,01	0,02

Таблица 27

*Исходные данные*

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютная по-грешность $\Delta_3$ , мА	-0,04	0,05	0,03	-0,04	0,05	0,01	-0,05	0,02	-0,03	-0,03
Абсолютная по-грешность $\Delta_4$ , мА	-0,05	0,02	-0,03	0,02	-0,01	0,03	-0,04	0,05	0,02	-0,01
Абсолютная по-грешность $\Delta_5$ , мА	-0,02	0,01	-0,05	-0,03	0,02	-0,01	0,03	0,05	0,03	-0,04

Таблица 28

*Исходные данные*

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верхний предел диапазона измерения силы тока $I_{max}$ , мА	30	10	50	15	2,5	25	5	2,5	15	6

**Практическая работа № 3.****Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число)**

Цифровым измерителем иммитанса Е7-14 проводились прямые многократные измерения сопротивления магазина сопротивлений марки РЗ3, номинальное значение которого равно 0,1 Ом. Измерения проводились в диапазоне рабочих температур измерителя иммитанса.

Получены результаты измерения  $R_i$ , мОм.

Проведенные измерения характеризуются неисключенной систематической погрешностью, задаваемой пределом допускаемого значения:

основной погрешности измерения измерителя Е7-14, определяемой по формуле (для диапазона измерения от 0,1 ... 1000 мОм)

$$\theta_{osn} = 10^{-3}(1+Q)R + 3 \cdot 10^{-4} R_k,$$

где  $Q$  – добротность катушки сопротивления (для данного магазина сопротивлений добротность  $Q = 0$ );  $R_k$  – конечное значение диапазона, Ом;

дополнительной погрешности измерения в диапазоне рабочих температур, которая задана формулой

$$\theta_{don} = k\theta_{osn},$$

где  $k$  – множитель, определяемый по таблице 47.

Таблица 29

Значение множителя  $k$  для расчета дополнительной погрешности Е7-14

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Множитель $k$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Для устранения влияния соединительных проводов и переходных сопротивлений контактов был проведен ряд измерений при нулевом значении магазина сопротивлений. Получены результаты измерения  $R_{0i}$ , мОм.

Требуется провести обработку результатов наблюдений:

- определить и исключить систематические погрешности;
- для исправленных результатов наблюдений вычислить среднее арифметическое значение, оценку СКО результатов наблюдений и оценку СКО среднего арифметического;
- проверить результаты измерений на наличие грубых погрешностей и промахов;
- проверить гипотезу о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению;
- вычислить доверительные (интервальные) границы случайной погрешности результата измерения;
- вычислить границы неисключенной систематической погрешности  $\theta$ ;
- вычислить доверительные границы суммарной погрешности результата измерения и записать результат измерения.

Уровень значимости проверки гипотез принять  $q = 0,05$ , доверительные границы при расчете погрешностей  $P_d = 0,95$ .

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 30 – 32.

Таблица 30

#### Исходные данные

Результаты измерения $R_i$	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	145,36	145,37	145,38	145,38	145,36	145,37	145,36	145,37	145,36	145,38
2	145,38	145,37	145,38	145,39	145,37	145,38	145,37	145,38	145,36	145,38
3	145,39	145,38	145,39	145,39	145,38	145,39	145,38	145,39	145,37	145,39
4	145,39	145,40	145,40	145,40	145,39	145,40	145,38	145,40	145,38	145,39
5	145,39	145,41	145,41	145,40	145,40	145,40	145,39	145,40	145,39	145,39
6	145,40	145,42	145,41	145,41	145,40	145,41	145,40	145,41	145,40	145,40
7	145,41	145,42	145,42	145,41	145,41	145,42	145,41	145,42	145,41	145,41

Таблица 31

#### Исходные данные

Результаты измерения $R_i$	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	145,43	145,44	145,45	145,43	145,44	145,45	145,43	145,44	145,45	145,43
9	145,43	145,44	145,45	145,44	145,45	145,46	145,44	145,46	145,46	145,45
10	145,44	145,45	145,46	145,45	145,46	145,46	145,45	145,47	145,46	145,45
11	145,45	145,46	145,46	145,46	145,46	145,47	145,46	145,47	145,47	145,46
12	145,46	145,47	145,47	145,47	145,47	145,48	145,47	145,48	145,48	145,47
13	145,46	145,48	145,47	145,48	145,48	145,48	145,48	145,48	145,48	145,48
14	145,47	145,48	145,48	145,48	145,48	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49
15	145,48	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49

16	145,48	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49	145,49
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Таблица 32

**Исходные данные**

	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Результаты измерения $R_{0i}$	45,28	45,22	45,24	45,23	45,25	45,15	45,13	45,14	45,13	45,17
	45,30	45,28	45,28	45,26	45,28	45,18	45,16	45,18	45,19	45,11
	45,31	45,33	45,31	45,32	45,32	45,22	45,22	45,21	45,23	45,12
	45,32	45,34	45,33	45,36	45,35	45,25	45,26	45,23	45,24	45,14
	45,35	45,35	45,34	45,37	45,37	45,27	45,27	45,24	45,25	45,15

**Примерные тесты для экзамена (промежуточного контроля) по дисциплине**

*Тест состоит из частей А и В. На его выполнение отводится 90 минут.*

*Подписывать и делать другие пометки на тестовом задании не разрешается.*

**Часть А**

*К каждому заданию части А дано несколько ответов, из которых один или несколько верные.*

**ЧАСТЬ А (верный ответ 3 балла)**

*A1. Вопрос:* Укажите, к какому виду средств измерений относится набор 10 эталонных тел-минералов для определения числа твердости по условной шкале Маоса.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) измерительная установка
- 2) измерительный преобразователь
- 3) измерительный прибор
- 4) измерительный механизм
- 5) меры

*A2. Вопрос:* Какая погрешность возникает у СИ в результате люфта и сухого трения в механических передающих элементах, внутреннего трения в материалах пружин, явления упругого последействия в упругих чувствительных элементах?

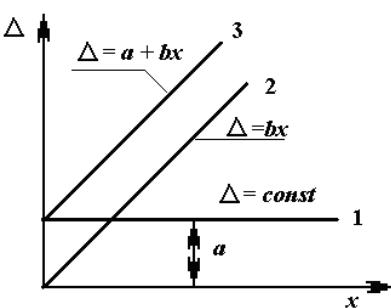
*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) мультипликативная случайная
- 2) аддитивная случайная
- 3) гистерезиса
- 4) мультипликативная систематическая
- 5) линейности

*A3. Вопрос:* Какая погрешность нормируется у СИ, абсолютная погрешность которого задана одним числом  $\Delta = \pm a$  (см. рис. линия 1)?

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) приведенная
- 2) систематическая
- 3) случайная
- 4) дополнительная
- 5) относительная



*A4. Вопрос:* Указать, обозначение класса точности СИ, имеющего неравномерную шкалу, с нормированными пределами допускаемой приведенной погрешности

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) 0,02/0,01
- 2) N
- 3)
- 4) 1,5
- 5)

*A5. Вопрос:* Какая поверка проводится для средств измерений, находящихся в эксплуатации, через определенные межповерочные интервалы?

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) экспертная поверка
- 2) инспекционная
- 3) интервальная
- 4) промежуточная
- 5) периодическая

*A6. Вопрос:* Укажите, как называется эталон единицы величины, предназначенный для проверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) эталон-сравнения
- 2) образцовый
- 3) разрядный
- 4) эталон-свидетель
- 5) эталон-копия

*A7. Вопрос:* Укажите, к какому виду относятся измерения, при которых исходное значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) косвенные
- 2) относительные
- 3) совместные
- 4) совокупные
- 5) прямые

*A8. Вопрос:* Укажите, какие виды деятельности попадают под сферу государственного метрологического надзора.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) соблюдение метрологических правил и норм на предприятиях, поставляющих продукцию по контрактам для государственных нужд
- 2) испытание и утверждение типа средств измерений
- 3) валютные операции
- 4) лицензирование средств измерений
- 5) обязательное подтверждение соответствия новых средств измерений

*A9. Вопрос:* Укажите, как называется отбор наиболее эффективных определенных видов продукции, целесообразных для удовлетворения потребностей и дальнейшего производства.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) селекция
- 2) типизация
- 3) систематизация
- 4) симплификация
- 5) классификация

*A10. Вопрос:* Какие документы в области стандартизации используются на территории РФ в соответствии с законом «О техническом регулировании»

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) стандарты организаций
- 2) стандарты предприятий
- 3) технические условия
- 4) государственные стандарты
- 5) технические регламенты

*A11. Вопрос:* Укажите, как называется обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) сертификат соответствия
- 2) декларация о соответствии
- 3) клеймо соответствия
- 4) знак соответствия
- 5) знак обращения на рынке

*A12. Вопрос:* Укажите, в каких формах осуществляется обязательное подтверждение соответствия.

*Выберите один из 5 вариантов ответа:*

- 1) принятие декларации о соответствии
- 2) добровольная сертификация
- 3) аккредитация
- 4) инспекционный контроль
- 5) проверка и оценка системы качества на предприятии

### **ЧАСТЬ В (верный ответ 8 баллов)**

*B1. Вопрос:* Определить относительную погрешность при показании прибора 325,35 мВ. Номинальная частота измеряемого напряжения 80 Гц. Для измерения используют 4,5-разрядный цифровой мультиметр U3401A. Разрешающая способность при измерении постоянной и переменной составляющих напряжения переменного тока, отсчет полной шкалы и погрешность  $\pm\Delta = \pm (\% \text{ от отсчета} + n \text{ е.м.р.})$  представлены в таблице.

Предел измерения	Разрешающая способность	Погрешность		
		от 50 Гц до 10 кГц	от 10 кГц до 30 кГц	от 30 кГц до 100 кГц
500,00 мВ	10 мкВ	0,5% + 50	2% + 70	3% + 60
5,0000 В	100 мкВ	0,5% + 25	1% + 30	3% + 60
50,000 В	1 мВ	0,5% + 25	1% + 30	3% + 60
500,00 В	10 мВ	0,5% + 25	1% + 30	3% + 60
750,0 В	100 мВ	0,5% + 25	1% + 30	3% + 60

*B2. Вопрос:* Для прибора Ц4341 показанного на рисунке, определите значение измеряемого параметра и погрешность измерения при следующих известных данных:

положение переключателя

пределов измерения.....6 В

нажатая кнопка..... «-»

положение стрелки .....20



*B3. Вопрос:* Отсчет по шкале прибора с пределами измерений  $\pm 50$  единиц и равномерной шкалой составил 25 единиц. Пренебрегая другими видами погрешностей измерения, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчета при использовании СИ класса точности 0,5.

*B4. Вопрос:* При измерении напряжения импульсным вольтметром В4-14, класса точности 2/0,2, с верхним пределом измерения 220 В, его показания были равны 100 В. Определите относительную погрешность вольтметра.

*B5. Вопрос:* Определить класс точности миллиамперметра (при нормировании приведенной погрешности), который необходим для измерения тока от 0,1 мА до 0,5 мА (относительная погрешность измерения не должна превышать 1%). Пределы измерения миллиамперметра: 0,05 мА; 1 мА; 10 мА; 100 мА.

*B6. Вопрос:* При измерении сопротивления омметр показывает  $R = 880$  мОм. Систематическая погрешность измерения  $\Delta_c = -5,5$  мА. Среднее квадратичное отклонение показаний  $\sigma_R = 30$  мОм. Укажите доверительные границы для истинного значения измеряемого сопротивления с вероятностью  $P = 0,99$ . Распределения результатов измерений описывается нормальным законом.

*B7. Вопрос:* В условиях нормального распределения найдено, что среднее арифметическое результатов измерений и их СКО соответственно равны  $\bar{x} = 24,022$ ,  $\sigma_x = 0,125$ . Число измерений  $n = 25$ . Определить вероятность того, что погрешность измерения не превысит по абсолютному значению 0,04.

*B8. Вопрос:* В условиях нормального распределения погрешности измерения получены следующие оценки результатов измерения: средняя арифметическая длина стержня  $\bar{x} = 94,238$  мм и ее оценка СКО  $S_{\bar{x}} = 0,016$  мм. Число измерений  $n = 16$ . Определить интервал, в котором может находиться истинное значение величины с вероятностью 93,6 %

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### *Критерии оценки практических работ*

**Студент получает «зачлено» по практической работе**, если студент выполняет работу в полном объеме, без ошибок, согласно выданному варианту.

**Студент получает «не зачленено» по практической работе**, если работа выполнена не полностью, в расчетах допущены ошибки, вариант выполненной работы не совпадает с выданным преподавателем

### *Критерии выставления оценки за курс*

Оценка	Критерии оценки	Шкала оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.	85- 100 % верно решенных заданий

	<b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>	
Средний уровень «4» (хорошо)	Оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>	75-85 % верно решенных заданий
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>	65-75 % верно решенных заданий
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>	менее 65 % верно решенных заданий

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Рекомендовано УМО вузов РФ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба. - Электрон. текстовые дан. - Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. - 239 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/362.pdf>

2. Метрология, стандартизация и управление качеством [Электронный ресурс]: практикум / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : Реарт, 2017. - 148 с.  
<http://elib.timacad.ru/dl/local/d9360.pdf>.

3. Метрология, стандартизация и управление качеством [Электронный ресурс]: учебник / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : Реарт, 2017. - 188 с.  
<http://elib.timacad.ru/dl/local/d9361.pdf>

4. Сборник задач по метрологии, стандартизации и сертификации [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : [б. и.], 2018. - 160 с.  
<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo206.pdf>.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Леонов О.А., Капрузов В.В., Шкаруба Н.Ж., Кисенков Н.Е. Метрология, стандартизация и управление качеством. М.: – Издательство КолосС, 2009. – 568 с.
2. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Метрология и технические измерения. М.: – ФГОУ ВПО МГАУ, 2015. – 239 с.
3. Леонов О.А., Темасова Г.Н., Шкаруба Н.Ж. Курсовое проектирование по метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. -120 с
4. Леонов О.А., Капрузов В.В., Темасова Г.Н. Стандартизация. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2015. – 91 с.

## **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Федеральный закон 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» Закон РФ «О стандартизации»
2. Федеральный закон 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
3. Федеральный закон 184-ФЗ «О техническом регулировании».

## **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Селезнева Н.И. Методы и средства измерений линейных и угловых величин. Практикум / Москва, 2008.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.labview.ru/> (открытый доступ)
2. <http://www.gost.ru/> (открытый доступ)
3. <http://www.metrologie.ru/> (открытый доступ)
4. <http://www.metrob.ru/> (открытый доступ)
5. <http://metrologyia.ru/> (открытый доступ)
6. <http://www.rgtr.ru/> (открытый доступ)
7. <http://www.rospromtest.ru/> (открытый доступ)
8. <http://www.vniis.ru/> (открытый доступ)

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 58

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями,  
кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
№22 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) ауд.1104 <i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы</i>	1. Парты –14 шт. 2. Стол (для преподавателя) –1 шт. 3. Стулья – 1 шт. 4. Доска меловая –1 шт. Инв.№ 210136000004288) 5. Возможна установка на время занятий: Проектор NEC VT491G 800*600.2000Lumen Инв.№ 210134000001834 Ноутбук Asus A8Sr T5450/1024/160/SMuLTi/14" Инв.№ 210134000001835
№204 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) <i>Учебная лаборатория</i>	1.Столы 7 шт. 2.Столы для размещения оборудования, приборов и деталей 10 шт 3. Стол (для преподавателя) 1 шт. 4. Стулья 20 шт. 5. Доска настенная 1 шт. 6. Индикатор ИЧ-10 Инв.№ 210134000003319 7. Штангенинструменты: штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526, штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003654, 8. Микрометрические инструменты: микрометр МК 025 1 шт. Инв.№ 210134000003371 микрометр рычажный 1 шт. Инв.№ 210134000002238, микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. Инв.№ 410134000001570, набор КМД №1 2кл. Инв.№ 210134000002384 индикатор час.электрон.ИЧЦ 0-12,7 Инв.№ 210134000002655 скоба рычажная 1 шт. Инв.№ 210134000002373. 9. Индикаторный нутромер -1 шт. Инв.№ 210134000003756 10. Оптиметр вертик Инв.№ 410134000002570
№302 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) <i>Учебная лаборатория</i>	1.Столы – 8 шт. 2. Табуреты – 16 шт 3.Столы для размещения оборудования ,приборов и деталей – 8 шт. 4. Стол (для преподавателя) – 1шт. 5. Стулья – 1 шт. 6. Доска меловая – 1 шт. 7. Индикатор ИЧ-10 Инв.№ 210134000003527 8. Штангенинструменты: штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526,

	<p>штангенциркуль -1 шт. Инв.№ 210134000003654  штангенрейсмас эл. ШРЦ-300 -1 шт. Инв.№ 210134000002387.</p> <p>7. Микрометрические инструменты: :  микрометр МК 025 1 шт. Инв.№ 210134000003523  микрометр рычажный 1 шт. (Инв.№ 210134000002245,  Микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. Инв.№ 410134000001571,  Набор КМД №1 2кл. Инв.№ 210134000002385  Индикатор электронный DIGICO 11 0-25 мм 0,001  мм  Инв.№ 410134000001574</p> <p>8. Индикаторный нутромер - 1 шт.</p> <p>9. Оптиметр горизонт. Инв.№ 410134000002571</p> <p>10. Рычажный микрометр - 1 шт. (Инв.№), блок концевых мер - 1 шт. (Инв.№)</p> <p>11. Стойка тяжёлого типа - 2 шт.</p>
--	---

Для самостоятельной работы студентов так же предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

## **10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и управление качеством» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения практических работ, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию, а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Подготовка к практическому занятию включает в себя полное и детальное ознакомление с теоретическим материалом по изучаемой теме.

Студент должен иметь тетрадь, в которой при самостоятельной подготовке к занятиям составляет краткий конспект (1 - 1,5 с.) проработанного теоретического материала, чертит схемы, таблицы и проводит предварительные расчеты. Во время занятий все записи следует вести только в тетради и только ручкой.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

## **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практических занятий осуществляется путем самостоятельного выполнения задания по варианту и защиты его преподавателю.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен предоставить рукописный конспект лекций по пропущенным темам.

Студент получает допуск к экзамену, если выполнены и сданы: практические занятия; выполнены и сданы тесты.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Специфика дисциплины является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики, элементарной и высшей математики, теории вероятности. Для повышения уровня знаний у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- систематический контроль различных видов в процессе обучения.