

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2025.02.27 11:23:48

Уникальный идентификатор документа:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

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

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института механики
и энергетики имени В. П. Горячкина
А.Г. Арженовский
» _____ 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.30 МЕТРОЛОГИЯ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность – Автомобильный сервис

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2025

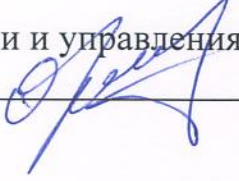
Москва, 2025

Разработчик: д.т.н., доцент Н. Ж. Шкаруба  «16» июня 2025 г.

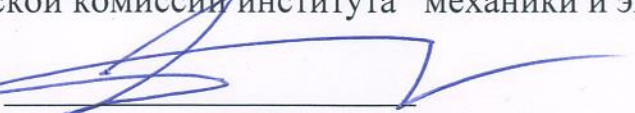
Рецензент: д.т.н., доцент С. К. Тойгамбаев  «16» июня 2025 г.


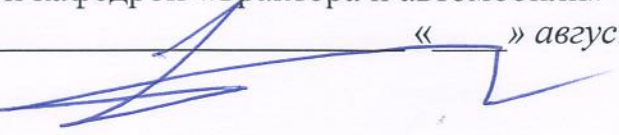
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

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 выпускающей кафедрой «Трактора и автомобили»
д.т.н, проф. О. Н. Дидманидзе  «___» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ  Сидорова Н.А.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.3 ЛЕКЦИИ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины.....	14
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	36
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	37
7.1 Основная литература.....	37
7.2 Дополнительная литература	38
7.3 Нормативные правовые акты	39
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	39
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	39
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	42
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	42

Аннотация

рабочей программы дисциплины Б1.О.30 «Метрология» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» направленность «Автомобильный сервис»

Целью освоения дисциплины «Метрология» 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» 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 учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», реализуется в 4 семестре 2 курса.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате изучения данной дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1).

Краткое содержание дисциплины:

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. Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Законы распределения результатов и погрешностей измерений Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей. 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. Обработка результатов измерений. Основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений

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

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метрология» 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» 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» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» направленность «Автомобильный сервис», «Технический сервис строительно-дорожных машин».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрология» 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» – методы выполнения эскизов и технических чертежей стандартных деталей и сборочных единиц (1 курс);

«Информатика и цифровые технологии» – уметь пользоваться глобальными информационными ресурсами и современными средствами телекоммуникаций (1 курс).

Дисциплина «Метрология» является основополагающей для изучения следующих дисциплин:

«Детали машин и основы конструирования» – назначение допусков и посадок при проектировании деталей и узлов машин, правила нанесения условных обозначений допусков и посадок на чертежи (3 курс);

«Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» – выбор и использование средств измерений при эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (3 курс);

«Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» – классификацию и основные метрологические характеристики технических средств (средств измерений), используемых для определения параметров технологических процессов технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (4 курс);

«Технологические процессы технического обслуживания и ремонта» – классификацию и основные метрологические характеристики технических средств (средств измерений), используемых для определения параметров технологических процессов технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (3 курс).

Рабочая программа дисциплины «Метрология» 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

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
1. Контактная работа:	50,4
Аудиторная работа	
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	32
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,6
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию к тестированию и онлайн тестирование на платформе sdo.timacad.ru)</i>	30,6
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора до- стижения компе- тенций (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучаю- щиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен опреде- лять круг задач в рамках поставлен- ной цели и выби- рать оптимальные способы их реше- ния, исходя из действующих пра- вовых норм, име- ющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Проектиру- ет решение кон- кретной задачи проекта, выбирая оптимальный спо- соб ее решения, исходя из дей- ствующих право- вых норм и имею- щихся ресурсов и ограничений	алгоритм выбора оптимального сред- ства измерений для решения задач при заданных условиях	выбирать средства измерения для определения па- раметров техноло- гических процес- сов и качества продукции; осу- ществлять поиск необходимых средств измерений и их метрологиче- ских характери- стик в сети Интер- нет с применением цифровых инстру- ментов (Google, Yahoo, Alta Vista, Excite, Hot Bot, Lycos, Яndex, Rambler, Апорт); создавать и загру-	навыками работы с нормативно- правовой доку- ментацией; вла- деет навыками проверки акту- альности статуса нормативных до- ку-ментов в сети Интернет с при- менением цифро- вых инструмен- тов (Google, Yahoo, Alta Vista, Excite, Hot Bot, Lycos, Яndex, Rambler, Апорт)

					жать файлы различных форматов на платформу Moodle	
2.	ОПК-1	Способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и технологических машин	основы теории вероятности; дифференциальное и интегральное исчисление; основы математической статистики	применять знания: основы теории вероятности; дифференциальное и интегральное исчисление; основы математической статистики для обработки результатов измерений	навыками математических вычислений, связанных с обработкой результатов измерений, в том числе с помощью программных продуктов (например, Excel)
3.	ОПК-3	Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	ОПК-3.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	теоретические и законодательные основы метрологии; классификацию и основные метрологические характеристики технических средств (средств измерений);	выбирать средства измерений для определения параметров технологических процессов и качества продукции.	навыками проведения измерений и наблюдений, обработки и представления экспериментальных данных, в том числе с помощью программных продуктов (например, Excel)

4.	ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности	алгоритмы обработки результатов измерений.	обрабатывать результаты измерений с использованием программных средств, в том числе с помощью программных продуктов (например, Excel); создавать и загружать файлы различных форматов на платформу Moodle	навыками обрабатывать результаты измерений, в том числе с помощью программных продуктов (например, Excel); создавать и загружать файлы различных форматов на платформу Moodle
----	-------	---	---	--	---	---

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудитор ная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Тема 1. Основные термины и понятия метрологии	3	2	–	–	1,6
Тема 2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин	8	–	4	–	4
Тема 3. Погрешности измерений	17	4	8	–	5
Тема 4. Средства измерений	20	4	10	–	6
Тема 5. Обработка результатов измерений	20	2	10	–	6
Тема 6. Основы метрологического обеспечения.	6	2	–	–	4
Тема 7. Правовые основы обеспечения единства измерений	6	2	–	–	4
<i>Консультация перед экзаменом</i>	2	–		2	–
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	0,4	–
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	27	–	–	–	27
Итого по дисциплине	108	16	32	2,4	57,6

Тема 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 2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.

Принципы деления 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 3. Погрешности измерений.

Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультипликативные 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 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 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, 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 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 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.

4.3 Лекции и лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций и лабораторных занятий и контрольные мероприятия

№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов

№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Тема 1. <i>Основные термины и понятия метрологии</i>	Лекция № 1. Основные термины и понятия метрологии.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	—	2
	Лабораторная работа № 1. Округление погрешности и результатов измерения.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполнения задания, тестирование №1	2
Тема 2. <i>Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин</i>	Лабораторная работа № 2. Составление уравнения размерности производных единиц. Правила написания единиц согласно ГОСТ 8.417–2002.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполнения задания, тестирование №1	2
Тема 3. <i>Погрешности измерений</i>	Лекция № 2, 3. Погрешности измерений.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	—	4
	Лабораторная работа № 3. Интервальная оценка результатов наблюдений	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполнения задания, тестирование №2	8
Тема 4. <i>Средства измерений</i>	Лекция № 4, 5. Средства измерений	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	—	2
	Лабораторная работа № 4. Параметры и свойства средств измерений	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполнения задания	2


№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
			дания, тестирование №3	
	Лабораторная работа № 5. Погрешности средств измерений. Цифровые инструменты и технологии, используемые для оценки погрешностей средств измерений	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполненного задания, тестирование №3	4
	Лабораторная работа № 6. Выбор средств измерений электрических величин	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполненного задания, тестирование №3	4
Тема 5. <i>Обработка результатов измерений</i>	Лекция № 6. Обработка результатов измерений	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	—	2
	Лабораторная работа № 7. Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число). Цифровые инструменты и технологии, используемые для обработки результатов измерений.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполненного задания	4
	Лабораторная работа № 8. Обработка результатов косвенных многократных наблюдений (большое число). Цифровые инструменты и	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	проверка выполненного задания	4

№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	технологии, используемые для обработки результатов измерений.			
Тема 6. Основы метрологического обеспечения.	Лекция № 7. Основы метрологического обеспечения.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	–	2
Тема 7. Правовые основы обеспечения единства измерений	Лекция № 8. Правовые основы обеспечения единства измерений	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)	–	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
	Тема 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.	УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)

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 дис-

циплины 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 сертификация» 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

Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Тема 1. Основные термины и понятия метрологии	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)
Тема 2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин	ЛЗ	Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами)
Тема 3. Погрешности измерений	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)
	ЛЗ	Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами)
Тема 1.4. Средства измерений	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)
	ЛЗ	Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами)
Тема 1.5. Обработка результатов измерений	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)
	ЛЗ	Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами)

Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.	Л	Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция)
Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений	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 лабораторных занятиях при проверке правильности выполнения индивидуального задания лабораторной работы.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме промежуточного контроля – экзамена.

Задания для лабораторных работ, выполняемых на лабораторных занятиях

Лабораторная работа № 1.

Округление погрешности и результатов измерений.

Используя данные таблиц 7, 8 требуется:

- записать кратное или дольное обозначение единиц, используя обозначение приставок,
- выразить производную единицу через основные единицы СИ, используя справочные данные;
- составить формулу размерности для заданной единицы.

Таблица 7

Числовое значение физической величины

Первая цифра варианта									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^6$	$9 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^{12}$	$4 \cdot 10^{15}$	$7 \cdot 10^{18}$	$5 \cdot 10^{21}$	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^6$
$4 \cdot 10^{-9}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-21}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-15}$	$4 \cdot 10^{-24}$	$2 \cdot 10^{-3}$

Таблица 8

Единица измерения физической величины

Вторая цифра варианта									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кл	В	Ф	Ом	Вт	См	Вб	Тл	Гн	См

Дж	Ф	Ом	Вт	Тл	Ф	Тл	См	Вт	В
----	---	----	----	----	---	----	----	----	---

Практическая работа № 2.
Составление уравнения размерности производных единиц.
Правила написания единиц согласно ГОСТ 8.417–2002.

Используя исходные данные таблиц 9 и 10, произведите округление результата измерения в соответствии с различной погрешностью измерения.

Таблица 9

Результат измерения									
Первая цифра варианта									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
224,312	248,324	541,325	954,265	475,326	541,325	743,216	597,215	246,359	648,675
1235,21	3251,24	2341,50	8541,24	4752,12	3251,12	4923,12	1475,24	3651,41	8412,24
23,125	34,124	62,214	84,512	63,124	52,147	23,3221	11,124	13,124	12,451
0,265	1,3554	1,365	0,1254	0,1245	0,1245	1,654	2,1452	0,1544	0,12565
56,35	87,26	46,37	34,562	78,651	65,235	52,391	57,365	94,235	68,241
1,267	2,354	1,265	8,125	4,235	6,215	7,125	8,1245	8,1256	7,1253
126,03	142,32	421,32	365,25	956,32	325,14	623,41	325,23	784,26	953,62

Таблица 10

Погрешность измерения									
Вторая цифра варианта									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,235	0,135	0,325	0,254	0,249	0,542	0,651	0,741	0,351	0,250
13,21	20,124	40,14	12,65	20,14	32,12	43,12	51,25	15,12	23,12
0,2354	0,7845	0,3217	0,3651	0,2214	0,3541	0,6589	0,1314	0,2364	0,135
0,0546	0,0125	0,0248	0,0641	0,0295	0,0146	0,0173	0,0874	0,0174	0,0162
1,259	1,325	0,2142	1,357	0,3481	0,4872	0,7452	0,8451	0,1451	0,3478
0,0145	0,0574	0,02456	0,0548	0,0523	0,8457	0,0457	0,0575	0,654	0,5025
2,321	3,214	4,215	6,125	7,145	5,1254	3,125	1,458	5,125	5,548

Лабораторная работа № 3.
Интервальная оценка результатов наблюдений

Погрешность измерения напряжения ΔU распределена по нормальному закону, причем известно значение σ_U , и что систематическая погрешность равна нулю.

Найдите вероятность того, что результат измерения U отличается от действительного значения напряжения:

- не более чем на $\pm \Delta_{p1}$;
- более чем на $\pm \Delta_{p2}$;

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 11, 12.

Таблица 11

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
σ_U , мВ	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90

Таблица 12

Исходные данные

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\pm\Delta_{P1}$, мВ	120	115	100	70	75	80	85	90	110	125
$\pm\Delta_{P2}$, мВ	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145

В результате поверки амперметра установлено, что P процентов погрешностей результатов измерений, произведенных с его помощью, не превосходят $\pm\Delta_{P1}$, мА. Считая, что погрешности распределены по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием, найдите вероятность того, что погрешность результата измерения превзойдет $\pm\Delta_{P2}$, мА.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 13, 14.

Таблица 13

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\pm\Delta_{P1}$, мА	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$\pm\Delta_{P2}$, мА	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Таблица 14

Исходные данные

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P , %	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90

Произведено n измерений сопротивления. Определить доверительный интервал истинного значения сопротивления, если закон распределения нормальный с параметрами: \bar{R} , σ_R . Систематическая погрешность измерения Δ_c при доверительной вероятности P_1 и P_2 . Записать результаты измерения.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 15, 16.

Таблица 15

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	16	25	36	49	16	25	36	49	16	25
\bar{R} , Ом	200	260	185	190	240	260	210	220	230	280
Δ_c , Ом	+1,0	-1,5	+2,0	-2,4	+2,2	-4,0	+2,5	-3,0	+1,5	-2,5

Таблица 16

Исходные данные

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
σ_R , Ом	35	22	14	18	14	22	26	20	28	30
P_1 , %	95	50	55	60	65	70	75	80	85	90
P_2 , %	85	75	65	80	90	95	50	60	65	70

Произведено n измерений постоянного сопротивления, рассчитано значение \bar{R} . Систематическая погрешность равна нулю, СКО составляет σ_R . Определить вероятность того, что:

□ истинное значение измеряемой величины превзойдет R_1 ;

□ истинное значение измеряемой будет не более R_2 ;

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 17, 18.

Таблица 17

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	25	36	49	16	16	25	36	49	16	25
σ_R , Ом	2,2	2,6	2,0	2,8	3,5	2,2	1,4	1,8	1,4	3,0

Таблица 18

Исходные данные

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
\bar{R} , Ом	21,0	22,0	23,0	28,0	26,0	20,0	26,0	18,5	19,0	24,0
R_1 , Ом	21,25	22,14	23,2	28,3	26,12	20,2	26,3	18,7	19,1	24,2
R_2 , Ом	20,8	21,9	22,7	27,9	25,85	19,7	25,9	17,8	18,8	23,7

Определение удельных магнитных потерь для различных образцов одной партии электротехнической стали марки 2212 дало следующие результаты: x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 Вт/кг. Считая, что систематическая погрешность отсутствует, а случайная распределена по нормальному закону, требуется определить доверительный интервал при значениях доверительной вероятности P .

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 19, 20.

Таблица 19

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1 , Вт/кг	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30
x_2 , Вт/кг	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26

x_3 , Вт/кг	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Таблица 20

Исходные данные

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_4 , Вт/кг	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,22
x_5 , Вт/кг	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24
P , %	60	65	70	75	80	85	90	95	99	98

Погрешность результата измерения тока распределена по закону Симпсона в интервале от Δ_1 до Δ_2 . Определите систематическую погрешность Δ_c и СКО результата измерения.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 21, 22.

Таблица 21

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Δ_1 , мА	-6	-10	-12	-14	-8	-4	-6	-10	-2	-3

Таблица 22

Исходные данные

Вторая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Δ_2 , мА	+12	+14	+10	+14	+6	+12	+14	+10	+14	+15

Погрешность результата измерения тока распределена равномерно в интервале от Δ_1 до Δ_2 . Найдите вероятность того, что погрешность результата измерения лежит в диапазоне от Δ_n до Δ_v .

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 23, 24.

Таблица 23

Исходные данные

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Δ_1 , мА	-10	-12	-14	-8	-6	-10	-12	-14	-8	-6
Δ_2 , мА	+8	+10	+12	+14	+10	+14	+6	+12	+14	+10

Таблица 24

Исходные данные

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

Δv , мА	+3,5	+5,0	+5,5	+2,5	+2,0	+1,5	+1,0	+4,0	+4,5	+3,0
-----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Лабораторная работа № 4.

Параметры и свойства средств измерений

Определить значение измеряемого параметра для данных, представленных в таблице 25 и 26.

Таблица 25

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 26

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 переключателя, –mA	0,05	1500	0,25	0,6	1	3	5	15	2,5	60
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 27.

Таблица 27

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 28

Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Измеряемое значение, ~В	2,0	12	16	24	85	42	64	55	250	150
Измеряемое значение, –мА	800	500	400	250	100	50	15	30	45	60
Измеряемое значение, – В	0,5	2,5	350	35	46	320	140	400	4,0	18
Измеряемое значение, ~мА	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 ВЗ–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 29

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 30

Исходные данные

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

Определить аддитивную и наибольшую мультипликативную погрешность средства измерений, если номинальная функция преобразования Y_n , а реальная Y_p (табл. 31), верхний предел диапазона измерений X_{\max} (табл. 32).

Таблица 31

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 31

Исходные данные

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

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 33

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 34

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 вольт-	3,06	3,08	3,02	3,0	2,99	2,98	2,97	3,05	3,04	3,05

тметра U_4 , В										
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

Лабораторная работа № 5. Погрешности средств измерений

Для прибора (таб.35) в выбранном диапазоне определить абсолютную, относительную и приведенную погрешность измерения заданных параметров (таб.36).

Таблица 35

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 36

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. 37) 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. 38) и запишите результат измерения.

Таблица 37

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 38

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 c/d (таб. 39) 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 39

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 40

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.42, 43).

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 41.

Таблица 41

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 42

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 43

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 44

Исходные данные

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютная погрешность Δ_1 , мА	0,02	-0,01	0,03	-0,04	0,05	-0,02	0,01	-0,05	0,02	-0,03
Абсолютная погрешность Δ_2 , мА	0,05	0,02	-0,01	0,03	-0,04	0,05	0,05	-0,02	0,01	0,02

Таблица 45

Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютная погрешность Δ_3 , мА	-0,04	0,05	0,03	-0,04	0,05	0,01	-0,05	0,02	-0,03	-0,03
Абсолютная погрешность Δ_4 , мА	-0,05	0,02	-0,03	0,02	-0,01	0,03	-0,04	0,05	0,02	-0,01
Абсолютная погрешность Δ_5 , мА	-0,02	0,01	-0,05	-0,03	0,02	-0,01	0,03	0,05	0,03	-0,04

Таблица 46

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

Лабораторная работа № 6.

Выбор средств измерений электрических величин.

Предполагаемый диапазон измеряемых действующих значений периодического напряжения электрической сети составляет U_{\min} до U_{\max} . Номинальная частота измеряемого напряжения равна T . Температура в эксперименте предполагается не выше t .

Необходимо определить какой из представленных приборов (таб.47) подходит для измерения статического напряжения, если суммарная инструментальная относительная погрешность измерения должна быть не более δ %.

Таблица 47

Исходные данные

Прибор, модель	Цена, р.
Цифровой вольтметр СВ 3010/1	25000
Цифровой вольтметр СВ 3010/2	25000
Цифровой мультиметр модель DMM4020 (Tektronix)	38000
6 ½-разрядный мультиметр 2000 (Keithley)	54000
Вольтметр универсальный В7-77	35000

Таблица 48

Исходные данные

Параметр	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота напряжения T	50 Гц	1,5 кГц	70 Гц	80 Гц	1 кГц	40 Гц	0,5 кГц	0,45 кГц	70 кГц	60 Гц
Допускаемая погрешность δ , %	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Таблица 49

Исходные данные

Параметр		Вторая цифра варианта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура t , °С		+5	+10	+15	+30	+35	+40	+5	+12	+30	+10
Измеряемое напряжение, В	U_{\min}	0,2	10	150	200	0,6	5	60	250	500	0,25
	U_{\max}	0,6	25	180	240	1,5	40	150	350	550	0,5

Лабораторная работа № 7.

Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число)

Цифровым измерителем иммитанса Е7-14 проводились прямые многократные измерения сопротивления магазина сопротивлений марки Р33, 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)

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

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

$$\theta_{доп} = k\theta_{осн},$$

где k – множитель, определяемый по таблице 50.

Таблица 50

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 θ ;
- вычислить доверительные границы суммарной погрешности результата измерения и записать результат измерения.

Уровень значимости проверки гипотез принять $q = 0,05$, доверительные границы при расчете погрешностей $P_0 = 0,95$.

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 51 – 53.

Таблица 51

Исходные данные

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

ния R_i										
1	145,3 6	145,3 7	145,3 8	145,3 8	145,3 6	145,3 7	145,3 6	145,3 7	145,3 6	145,3 8
2	145,3 8	145,3 7	145,3 8	145,3 9	145,3 7	145,3 8	145,3 7	145,3 8	145,3 6	145,3 8
3	145,3 9	145,3 8	145,3 9	145,3 9	145,3 8	145,3 9	145,3 8	145,3 9	145,3 7	145,3 9
4	145,3 9	145,4 0	145,4 0	145,4 0	145,3 9	145,4 0	145,3 8	145,4 0	145,3 8	145,3 9
5	145,3 9	145,4 1	145,4 1	145,4 0	145,4 0	145,4 0	145,3 9	145,4 0	145,3 9	145,3 9
6	145,4 0	145,4 2	145,4 1	145,4 1	145,4 0	145,4 1	145,4 0	145,4 1	145,4 0	145,4 0
7	145,4 1	145,4 2	145,4 2	145,4 1	145,4 1	145,4 2	145,4 1	145,4 2	145,4 1	145,4 1

Таблица 52

Исходные данные

Резуль- таты измере- ния R_i	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	145,4 3	145,4 4	145,4 5	145,4 3	145,4 4	145,4 5	145,4 3	145,4 4	145,4 5	145,4 3
9	145,4 3	145,4 4	145,4 5	145,4 4	145,4 5	145,4 6	145,4 4	145,4 6	145,4 6	145,4 5
10	145,4 4	145,4 5	145,4 6	145,4 5	145,4 6	145,4 6	145,4 5	145,4 7	145,4 6	145,4 5
11	145,4 5	145,4 6	145,4 6	145,4 6	145,4 6	145,4 7	145,4 6	145,4 7	145,4 7	145,4 6
12	145,4 6	145,4 7	145,4 7	145,4 7	145,4 7	145,4 8	145,4 7	145,4 8	145,4 8	145,4 7
13	145,4 6	145,4 8	145,4 7	145,4 8	145,4 8	145,4 8	145,4 8	145,4 8	145,4 8	145,4 8
14	145,4 7	145,4 8	145,4 8	145,4 8	145,4 8	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9
15	145,4 8	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9
16	145,4 8	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9	145,4 9

Таблица 53

Исходные данные

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

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

Лабораторная работа № 8.

Обработка результатов косвенных многократных наблюдений

Определение параметра $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ проводится с помощью прямых многократных измерений параметров x_1, x_2, x_3 , для каждого из которых известны основные метрологические характеристики применяемых средств измерений – пределы измерений (ПИ) и класс точности (КТ).

Требуется:

провести обработку результатов измерений;

найти суммарную погрешность косвенного измерения параметра Z измерения с доверительной вероятностью $P = 95 \%$.

Исходные данные приведены в таблицах 54 – 56.

Таблица 54

Исходные данные

Результаты измерения x_{ij}	Первая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{1i}	10,31	11,28	12,15	13,23	14,36	15,42	16,74	17,82	18,64	19,71
	10,32	11,29	12,16	13,24	14,36	15,44	16,77	17,82	18,67	19,73
	10,35	11,29	12,15	13,26	14,38	15,46	16,75	17,84	18,68	19,75
	10,34	11,27	12,14	13,28	14,37	15,46	16,76	17,85	18,67	19,74
	10,39	11,26	12,17	13,24	14,39	15,43	16,76	17,83	18,53	19,72
x_{2i}	21,9	23,3	24,3	25,4	26,6	27,0	28,9	29,3	30,2	31,9
	22,0	23,8	24,5	25,6	26,7	27,4	28,8	29,8	30,9	31,5
	22,1	23,5	24,8	25,9	26,9	27,6	28,4	29,6	30,5	31,8
	22,8	23,1	24,1	25,1	27,0	27,8	28,6	29,7	30,4	31,2
	22,6	23,6	24,9	25,7	27,1	27,5	28,7	29,5	30,7	31,4
x_{3i}	5,05	6,12	7,17	8,12	9,21	5,13	6,72	7,31	8,22	9,23
	5,03	6,15	7,19	8,16	9,29	5,16	6,77	7,33	8,29	9,24
	5,04	6,18	7,12	8,17	9,28	5,15	6,75	7,37	8,28	9,26
	5,06	6,12	7,14	8,19	9,30	5,14	6,76	7,34	8,27	9,29
	5,02	6,14	7,15	8,20	9,31	5,19	6,79	7,39	8,26	9,21

Таблица 55

Исходные данные

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

рения x_{ij}											
x_1 i	П И	± 35	$0 \dots 20$	$-10 \dots +20$	± 20	$0 \dots 25$	± 25	$-20 \dots +25$	$0 \dots 30$	± 30	$-20 \dots 35$
	К Т	0,01	0,02	0,015	0,025	0,04	0,01	0,02	0,015	0,03	0,025
x_2 i	П И	$-20 \dots 35$	± 40	$0 \dots 40$	$-20 \dots +35$	± 45	$0 \dots 45$	± 40	$-10 \dots +40$	$0 \dots 40$	± 45
	К Т	0,2	0,3	0,15	0,2	0,1	0,25	0,4	0,15	0,2	0,1
x_3 i	П И	$0 \dots 30$	$-20 \dots +25$	± 25	$0 \dots 25$	$-10 \dots +20$	± 15	$0 \dots 30$	± 30	$-20 \dots +35$	$0 \dots 20$
	К Т	0,04/0,02	0,025/0,02	0,025/0,01	0,02/0,01	0,06/0,02	0,2/0,15	0,15/0,01	0,4/0,2	0,25/0,1	0,02/0,01

Сокращения. ПИ – пределы измерения средства измерения; КТ – класс точности средства измерения.

Таблица 56

Исходные данные

Параметр	Вторая цифра варианта				
	0	1	2	3	4
Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$	$\frac{5x_1^3}{x_2x_3}$	$\frac{3x_1x_2^2}{x_3}$	$\frac{10x_2^2}{x_1x_3}$	$\frac{5x_2^3x_3}{x_1}$	$\frac{5x_3^3}{x_1x_2}$
<i>Продолжение таблицы 35</i>					
Параметр	Вторая цифра варианта				
	5	6	7	8	9
Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$	$\frac{6x_2^3}{x_1x_3}$	$\frac{5x_1^2x_2^2}{x_3}$	$\frac{2x_3^4}{x_1x_2}$	$\frac{3x_1^3}{x_2x_3}$	$\frac{8x_2^2}{x_1x_3}$

***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)

А1. 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?

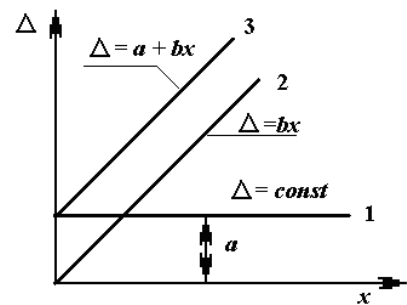
Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 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) $\nabla^{0,2}$
- 4) 1,5
- 5) $\bigcirc_{0,1}$

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 искомое 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

В2. Вопрос: Для прибора Ц4341 показанного на рисунке, определите значение измеряемого параметра и погрешность измерения при следующих известных данных:

положение переключателя

пределов измерения.....6 V

нажатая кнопка..... «-»

положение стрелки20



В3. Вопрос: Отсчет по шкале прибора с пределами измерений ± 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 $\textcircled{0,5}$.

В4. 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.

В5. 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 .

В6. 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.

В7. 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.

В8. 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 $S_x = 0,016$ 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 лабораторных работ

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

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

Критерии выставления оценки за курс

Итоговая оценка за курс рассчитывается как средневзвешенное значение. В таблице представлены элементы курса и их удельный вес в суммарной итоговой оценке.

Элементы курса и их удельный вес в суммарной итоговой оценке

Элемент курса	Max	Min	Вес
Тест 1. Международная система единиц физических величин SI	5	2,54	0,05
Тест 2. Правила округления результатов измерения	5	2,54	0,1
Тест 3. Погрешности измерений	5	2,54	0,23
Тест 4. Средства измерений	5	2,54	0,23
Лекция 1. Введение в метрологию	5	2,54	0,02
Лекция 2. Погрешности измерений		2,54	0,02
Лекция 3. Средства измерений	5	2,54	0,02
Лекция 4. Классы точности средств измерений	5	2,54	0,02
Лекция 5. Законодательная и прикладная метрология	5	2,54	0,02
Лекция 6. Стандартизация	5	2,54	0,02
Лекция 7. Подтверждение соответствия (сертификация)	5	2,54	0,02
Экзаменационный тест по дисциплине	5	2,54	0,25

Положительная оценка за курс выставляется при следующих условиях:

- выполнены и зачтены все практические работы;
- промежуточные тесты 1, 2, 3, 4 и итоговый тест должны быть выполнены и зачтены (за каждый тест надо набрать 2,54 балла и выше).

Критерии выставления оценки за курс

Диапазон итоговой оценки	Итоговая оценка за курс, проставляемая в зачетную книжку
--------------------------	--

<i>за курс на портале</i>	
от 4,65 до 5,0	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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
от 3,65 до 4,64	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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
от 2,55 до 3,64	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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
2,54 и ниже	Оценку « НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Леонов, О. А. Метрология : учебник для вузов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 196 с. – ISBN 978-5-8114-7290-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173059>.

2. Леонов, О. А. Основы подтверждения соответствия : учебное пособие для вузов / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 124 с. – ISBN 978-5-8114-8074-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/183112>.

3. Леонов, Олег Альбертович. Техническое регулирование: учебное пособие / О. А. Леонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018 – 174 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo240.pdf>. – Загл. с титул. экрана. – <https://doi.org/10.34677/2018.240>.
–<URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo240.pdf>>.
–URL:<https://doi.org/10.34677/2018.240>.

7.2 Дополнительная литература

1. Леонов, Олег Альбертович. Технология контроля качества продукции: учебное пособие / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 – 142 с.: рис., схемы, табл. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/160.pdf>. – Загл. с титул. экрана. – Электрон. версия печ. публикации. – [URL:http://elib.timacad.ru/dl/local/160.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/local/160.pdf).

2. Леонов, Олег Альбертович. Сборник задач по метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018 – 141 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo206.pdf>. – Загл. с титул. экрана. – Электрон. версия печ. публикации. – <https://doi.org/10.34677/2018.206>. – [URL:http://elib.timacad.ru/dl/local/umo206.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/local/umo206.pdf). – [URL:https://doi.org/10.34677/2018.206](https://doi.org/10.34677/2018.206).

3. Леонов, Олег Альбертович. Средства измерений: учебное пособие / О. А. Леонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018 – 151 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo237.pdf>. – Загл. с титул. экрана. – Электрон. версия печ. публикации. – <https://doi.org/10.34677/2018/.237>. – [URL:http://elib.timacad.ru/dl/local/umo237.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/local/umo237.pdf). – [URL:https://doi.org/10.34677/2018/.237](https://doi.org/10.34677/2018/.237).

4. Шкаруба, Нина Жоровна. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие / Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва: Росинформагротех, 2017 – 179 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/t1035.pdf>. – Загл. с титул. экрана. – Электрон. версия печ. публикации. – [URL:http://elib.timacad.ru/dl/local/t1035.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/local/t1035.pdf).

5. Леонов, Олег Альбертович. Метрология: учебное пособие / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019 – 190 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo451.pdf> . - Загл. с титул. экрана. –URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo451.pdf> .

6. Любимова, Г. А. Метрология, стандартизация и подтверждение качества : учебное пособие / Г. А. Любимова. – Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. – 88 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76671>

7. Кульневич, В. Б. Метрология : учебное пособие / В. Б. Кульневич, Е. В. Малькова. – Челябинск : ИАИ ЮУрГАУ, 2008. – 47 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/9700>

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».

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://metrologiya.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 9

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
<p>№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></p>	<p>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</p>
<p>№204 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) <i>Учебная лаборатория</i></p>	<p>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.</p>

	<p>9. Индикаторный нутромер -1 шт. Инв.№210134000003756</p> <p>10. Оптиметр вертик Инв.№ 410134000002570</p>
<p>№302 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) <i>Учебная лаборатория</i></p>	<p>1. Столы – 8 шт.</p> <p>2. Табуреты – 16 шт</p> <p>3. Столы для размещения оборудования ,приборов и деталей – 8 шт.</p> <p>4. Стол (для преподавателя) – 1шт.</p> <p>5. Стулья – 1 шт.</p> <p>6. Доска меловая – 1 шт.</p> <p>7. Индикатор ИЧ-10 Инв.№ 210134000003527</p> <p>8. Штангенинструменты: штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526, 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» 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 лабораторных 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 все лабораторные занятия.

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.