

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкina
Дата подписания: 13.03.2025 16:30:50
Уникальный программный ключ:
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРИЯЗЕВА
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

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

УТВЕРЖДАЮ:

И. директора института механики
и энергетики имени В. П. Горячкina

А.Г. Арженовский
Арженовский 2024 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;

Технический сервис строительно-дорожных машин

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2024

Москва, 2024

Разработчик: д.т.н., доцент Н. Ж. Шкаруба
Рецензент: д.т.н., доцент С. К. Тойгамбаев

Жанар
Серик

«29» августа 2024 г.

«29» августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, професионального 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 № 02/08/24 от «29» августа 2024 г.

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

Олег

«29» августа 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
д.т.н, проф. О. Н. Дидманидзе

протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой «Трактора и автомобили»
д.т.н, проф. О. Н. Дидманидзе

«29» августа 2024 г.

Заведующего выпускающей кафедрой «Технического сервиса машин и оборудования»
д.т.н, доц. А.С. Апатенко

«29» августа 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ *Мирса Рыскулова Н.Д.*

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| АННОТАЦИЯ..... | 5 |
| 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 6 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ..... | 6 |
| 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..... | 7 |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 7 |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ дисциплины по видам работ | 7 |
| 4.2 Содержание дисциплины | 10 |
| 4.3 Лекции и лабораторные занятия..... | 11 |
| 4.4 перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины..... | 13 |
| 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 14 |
| 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 15 |
| 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности | 15 |
| 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания..... | 34 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 36 |
| 7.1 Основная литература..... | 36 |
| 7.2 Дополнительная литература..... | 36 |
| 7.3 Нормативные правовые акты | 38 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 38 |
| 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 38 |
| 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | 40 |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ .40 ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 40 |

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» «Технический сервис строительно-дорожных машин»

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 компетенций): 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 нанесение 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 технологий 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: | 52,4 |
| Аудиторная работа | |
| <i>в том числе:</i> | |
| лекции (Л) | 16 |
| практические занятия (ПЗ) | 34 |
| консультации перед экзаменом | 2 |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА) | 0,4 |
| 2. Самостоятельная работа (СРС) | 55,6 |
| <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> | 31 |
| Подготовка к экзамену (контроль) | 24,6 |
| 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 дости- жения компетенций (или ее части) | 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 | алгоритм выбора оптимального средства измерений для решения задач при заданных условиях | выбирать средства измерения для определения параметров технологических процессов и качества продукции; осуществлять поиск необходимых средств измерений и их метрологических характеристик в сети Интернет с применением цифровых инструментов (Google, Yahoo, Alta Vista, Excite, Hot Bot, Lycos, Яндекс, Rambler, Апорт); создавать и загружать файлы различных форматов на платформу Moodle | навыками работы с нормативно-правовой документацией; владеет навыками проверки актуальности статуса нормативных документов в сети Интернет с применением цифровых инструментов (Google, Yahoo, Alta Vista, Excite, Hot Bot, Lycos, Яндекс, Rambler, Апорт) |
| 2. | ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в | ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в об- | основы теории вероятности; дифференциальное и интегральное исчисление; основы математической статистики | применять знания: основы теории вероятности; дифференциальное и интегральное исчисление; основы математической статистики | навыками математических вычислений, связанных с обработкой результатов измерений, в том числе с помо- |

| | | | | | | |
|----|-------|--|---|---|---|---|
| | | профессиональной деятельности | ласти эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин | | ской статистики для обработки результатов измерений | шью 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 | | | Внеаудиторная работа СР |
|--|------------|-------------------|-----------|------------|-------------------------|
| | | Л | ЛЗ | ПКР | |
| Тема 1. Основные термины и понятия метрологии | 3 | 2 | — | — | 1 |
| Тема 2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин | 8 | — | 4 | — | 4 |
| Тема 3. Погрешности измерений | 18 | 4 | 8 | — | 6 |
| Тема 4. Средства измерений | 20 | 4 | 10 | — | 6 |
| Тема 5. Обработка результатов измерений | 20 | 2 | 12 | — | 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> | 24,6 | — | — | — | 24,6 |
| Итого по дисциплине | 108 | 16 | 34 | 2,4 | 55,6 |

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 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 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 выполненного 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 выполненного 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 выполненного 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 выполненного задания, тестирование №3 | 2 |
| | 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, | 4 |

| № раздела | № и название лекций и лабораторных занятий | Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции) | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|---|--|--|-------------------------------------|---------------------|
| | | | тестирование №3 | |
| 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 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 | 6 |
| Тема 6. <i>Основы метрологического обеспечения</i> | 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. <i>Правовые основы обеспечения единства измерений</i> | 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. <i>Правовые основы обеспечения единства измерений</i> | Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и | УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1) |

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения | Формируемые компетенции |
|--------------|-------------------------|---|--------------------------------|
| | | 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. | 4.1) |

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 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 и форма занятия | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | |
|---|--|--|
| Тема 3. <i>Погрешности измерений</i> | Л | Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция) |
| | ЛЗ | Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами) |
| Тема 1.4. <i>Средства измерений</i> | Л | Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция) |
| | ЛЗ | Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами) |
| Тема 1.5. <i>Обработка результатов измерений</i> | Л | Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция) |
| | ЛЗ | Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами) |
| Тема 1.6. <i>Основы метрологического обеспечения.</i> | Л | Информационные и коммуникационные технологии (мультимедиа-лекция) |
| Тема 1.7. <i>Правовые основы обеспечения единства измерений</i> | 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 поциальному 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 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| цифра варианта | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| \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_σ .

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 |
| Δ_σ , 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 переключа- | 0,6 | 0,25 | 3 | 1 | 1500 | 5 | 60 | 25 | 300 | 0,25 |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| теля, ~mA | | | | | | | | | | |
| Мультиметр | 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, ~mA | 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, ~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 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 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. 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 | $0,01+3,02x$ | $-0,02+2,04x$ | $0,03+2,98x$ | $0,05+1,95x$ | $0,12+4,05x$ | $-0,05+3,98x$ | $0,08+3,06x$ | $-0,02+2,01x$ | $0,04+3,03x$ | $-0,01+2,97x$ |
| 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 арифме-

тическое 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 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 |

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 <i>c</i> | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,15 | 0,06 | 0,04 | 0,025 | 0,02 | 0,04 | 0,06 |
| точности <i>d</i> | 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 по-грешность Δ_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 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 по-грешность Δ_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 Δ_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 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 Т | 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 , °C | +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 |
| | 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)

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

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 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 $P_d = 0,95$.

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 51 – 53.

Таблица 51

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 52

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 53

Исходные данные

| Результаты измерения R_{0i} | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 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:

проводить 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

| Резуль-таты изме-ре-ния x_{ij} | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|----------|--------|-----------|----------|--------|----------|-----------|--------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| x_{1i} | ПИ | ± 35 | 0...20 | -10...+20 | ± 20 | 0...25 | ± 25 | -20...+25 | 0...30 | ± 30 | -20...35 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------|----|-----------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | КТ | 0,01 | 0,02 | 0,015 | 0,025 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,015 | 0,03 | 0,025 |
| x_{2i} | ПИ | -20...35 | ± 40 | 0...40 | -20...+35 | ± 45 | 0...45 | ± 40 | -10...+40 | 0...40 | ± 45 |
| | КТ | (0,2) | (0,3) | (0,15) | (0,2) | (0,1) | (0,25) | (0,4) | (0,15) | (0,2) | (0,1) |
| x_{3i} | ПИ | 0...30 | -20...+25 | ± 25 | 0...25 | -10...+20 | ± 15 | 0...30 | ± 30 | -20...+35 | 0...20 |
| | КТ | 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 – приделы измерения средства измерения; КТ – класс точности средства измерения.

Таблица 56

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ | $\frac{5x_1^3}{x_2 x_3}$ | $\frac{3x_1 x_2^2}{x_3}$ | $\frac{10x_2^2}{x_1 x_3}$ | $\frac{5x_2^3 x_3}{x_1}$ | $\frac{5x_3^3}{x_1 x_2}$ |

Продолжение таблицы 35

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ | $\frac{6x_2^3}{x_1 x_3}$ | $\frac{5x_1^2 x_3^2}{x_2}$ | $\frac{2x_3^4}{x_1 x_2}$ | $\frac{3x_1^3}{x_2 x_3}$ | $\frac{8x_2^2}{x_1 x_3}$ |

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)

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 материа-

лах пружин, явления упругого последействия в упругих чувствительных элементах?

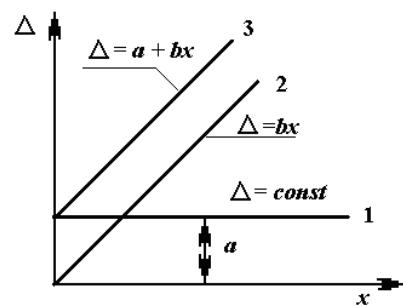
Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 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 иско-
мое значение физической величины определяют непосредственно путем срав-
нения 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 государ-
ственного метрологического надзора.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) соблюдение метрологических правил и норм на предприятиях, поставляю-
щих 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 определен-
ных 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 тер-
ритории 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 |

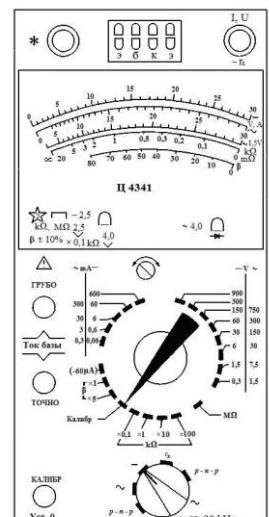
B2. Вопрос: Для прибора Ц4341 показанного на рисунке, определите значение измеряемого параметра и погрешность измерения при следующих известных данных:

положение переключателя

пределов измерения.....6 В

нажатая кнопка.....«-»

положение стрелки20



B3. 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 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 .

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 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 за курс на портале | Итоговая оценка за курс, проставляемая в зачетную книжку |
|---|--|
| от 4,65 до 5,0 | <p>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.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</p> |
| от 3,65 до 4,64 | <p>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.</p> |

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

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>.

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> . – URL:<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> . – URL:<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> .

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://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 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 |
| №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/SMultTi/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. |

| | |
|--|--|
| | <p>4. Стулья 20 шт.</p> <p>5. Доска настенная 1 шт.</p> <p>6. Индикатор ИЧ-10 Инв.№ 210134000003319</p> <p>7. Штангенинструменты:</p> <p>штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526,</p> <p>штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003654,</p> <p>8. Микрометрические инструменты:</p> <p>микрометр МК 025 1 шт. Инв.№ 210134000003371</p> <p>микрометр рычажный 1 шт. Инв.№ 210134000002238,</p> <p>микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. Инв.№ 410134000001570,</p> <p>набор КМД №1 2кл□ Инв.№ 210134000002384</p> <p>индикатор час.электрон.ИЧЦ 0-12,7 Инв.№ 210134000002655</p> <p>скоба рычажная 1 шт. Инв.№ 210134000002373.</p> <p>9. Индикаторный нутромер -1 шт.</p> <p>Инв.№ 210134000003756</p> <p>10. Оптиметр вертик Инв.№ 410134000002570</p> |
| №302 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) <i>Учебная лаборатория</i> | <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:</p> <p>штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526,</p> <p>штангенциркуль -1 шт. Инв.№ 210134000003654</p> <p>штангенрейсмас эл. ШРЦ-300 -1 шт. Инв.№ 210134000002387.</p> <p>7. Микрометрические инструменты: :</p> <p>микрометр МК 025 1 шт. Инв.№ 210134000003523</p> <p>микрометр рычажный 1 шт. (Инв.№ 210134000002245,</p> <p>Микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. Инв.№ 410134000001571,</p> <p>Набор КМД №1 2кл. Инв.№ 210134000002385</p> <p>Индикатор электронный DIGICO 11 0-25 мм 0,001</p> <p>мм</p> <p>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.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.О.30 «Метрология» ОПОП ВО
по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Автомобильный сервис», «Технический сервис строительно-дорожных машин»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Тойгамбаевым Сериком Кошибаевичем, профессором кафедры технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Метрология» ОПОП ВО по направлению **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Автомобильный сервис», «Технический сервис строительно-дорожных машин»** (уровень обучения - бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре метрологии, стандартизации и управления качеством (разработчик – Шкаруба Нина Жоровна, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, доктор технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Метрология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Метрология» закреплены **компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-2(УК-2.2); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3(ОПК-3.1); ОПК-4 (ОПК-4.1)**. Дисциплина «Метрология» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Метрология» составляет 3 зачётных единицы (108 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Метрология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Метрология» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение практических работ, тестирование), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**.

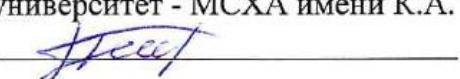
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрология» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Метрология».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Метрология» ОПОП ВО по направлению **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**, направленность «Автомобильный сервис», «Технический сервис строительно-дорожных машин» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, доктором технических наук Шкаруба Н.Ж. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тойгамбаев С. Л., профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук

 «29» августа 2024 г.