

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000005964



Кафедра электротехники, электрооборудования и электроснабжения

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Метрологическое обеспечение научных исследований

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологии

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 146 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Пантелеева Л. А., кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2023 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов системы основных научно-практических знаний в области метрологии, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг); метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства, испытаний, эксплуатации продукции

Задачи дисциплины:

- - изучить и усвоить методы измерений электрических, магнитных и механических величин; основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений; методы и средства поверки (калибровки) средств измерений, методики выполнения измерений;
- - освоить современные методы обработки результатов измерений; методы и средства поверки (калибровки) и юстировки средств измерения, правила проведения метрологической и нормативной экспертизы документации; получить знания по устройству, принципам действия и применению современных средств измерений;
- - приобрести навыки постановки и решения задач в области метрологического обеспечения эксперимента; применения контрольно-измерительной техники для контроля качества продукции и метрологического обеспечения продукции и технологических процессов, применения компьютерных технологий для планирования проведения работ по метрологии..

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Метрологическое обеспечение научных исследований» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 1 курсе, в 2 семестре.

Изучению дисциплины «Метрологическое обеспечение научных исследований» предшествует освоение дисциплин (практик):

Надежность и техническая диагностика в теплоэнергетике;
Основы трансформации теплоты;
Преобразование тепловой энергии.

Освоение дисциплины «Метрологическое обеспечение научных исследований» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Автоматизированные системы и комплексы в теплоэнергетике;
Проектирование энергосистем;
Газовые системы и сети.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Технологию производства

Студент должен уметь:

Разрабатывать методики совершенствования технологии производства

Студент должен владеть навыками:

Последовательностью разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Второй семестр
Контактная работа (всего)	30	30
Практические занятия	24	24
Лекционные занятия	6	6
Самостоятельная работа (всего)	78	78
Виды промежуточной аттестации		
Зачет		+
Общая трудоемкость часы	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	3

Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Второй триместр	Третий триместр
Контактная работа (всего)	12	12	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	2	2	
Самостоятельная работа (всего)	92	60	32
Виды промежуточной аттестации	4		4
Зачет	4		4
Общая трудоемкость часы	108	72	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	2	1

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Второй семестр, Всего	108	6	24		78
Раздел 1	Основы метрологии и элементы теории качества измерений	21	2	6		13
Тема 1	Виды и методы измерений. Классификация и характеристики средств измерений.	9	2	2		5
Тема 2	Погрешности измерений. Формы представления результатов измерений	6		2		4
Тема 3	Обработка результатов измерений	6		2		4
Раздел 2	Основы теории и конструкции измерительных приборов	24	2	2		20
Тема 4	Аналоговые измерительные приборы	7	2			5

Тема 5	Приборы сравнения.	5			5
Тема 6	Цифровые измерительные приборы и преобразователи	5			5
Тема 7	Устройства сопряжения и вспомогательные измерительные преобразователи	7	2		5
Раздел 3	Измерения электрических величин	14	4		10
Тема 8	Измерение напряжения и тока	7	2		5
Тема 9	Измерение активной и реактивной мощности и энергии	7	2		5
Раздел 4	Измерение температур состава и свойств веществ	25	2	6	17
Тема 10	Общие сведения об измерениях температур. Термопреобразователи сопротивления	10	2	2	6
Тема 11	Термоэлектрические преобразователи. Пирометры излучения	8		2	6
Тема 12	Измерение влажности. Анализ состояния газов и жидкостей	7		2	5
Раздел 5	Измерение давления, уровня и расхода	24		6	18
Тема 13	Методы и средства измерения давления	7		2	5
Тема 14	Измерение уровня	7		2	5
Тема 15	Измерение расхода. Теплосчетчики.	10		2	8

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные термины и понятия метрологии. Шкалы измерений. Система единиц СИ. Классификация и характеристики средств измерений. Виды и методы измерений
Тема 2	Основные источники погрешностей. Классификация погрешностей. 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. Формы представления результатов измерений
Тема 3	Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов.
Тема 4	Аналоговые электромеханические приборы прямого преобразования: магнитоэлектрические, электромагнитные, электро-и ферродинамические, электростатические
Тема 5	Мосты. Одинарные и двойные мосты постоянного тока. мосты переменного тока. Компенсаторы. Автоматические мосты и компенсаторы
Тема 6	Основные теории и конструкции ЦИП. Принцип преобразования дискретных сигналов. Аналого-цифровые преобразователи. Основные узлы и элементная база современных ЦИП

Тема 7	Устройства для расширения диапазонов измерения: шунты, добавочные резисторы, делители, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Типы конструктивные особенности, принцип действия. Выбор шунтов, добавочных резисторов и измерительных трансформаторов. Метрологические характеристики.
Тема 8	Измерение напряжения и токов в цепях постоянного и однофазного и трехфазного переменного тока промышленной и повышенной частоты.
Тема 9	Измерение и учет активной и реактивной мощности и энергии в однофазных и трехфазных цепях, переменного тока.
Тема 10	Общие сведения об измерениях температур. Термометры расширения. Термопреобразователи сопротивления
Тема 11	Термоэлектрические преобразователи. Конструкция термоэлектрических преобразователей. Методика определения температуры контактными средствами измерений. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
Тема 12	Методы измерения влажности воздуха газа, твердых и сыпучих тел. Методы анализа состава жидкостей и газов
Тема 13	Методы и средства измерения давления и разности давлений: жидкостные, деформационные, электрические, грузопоршневые манометры. Методики измерения давлений и разности давлений
Тема 14	Общие сведения об измерении жидких и сыпучих сред. Гидростатические, поплавковые, емкостные, индуктивные, акустические уровнемеры.
Тема 15	Измерение расхода жидкостей и газов по перепаду давления. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические и электромагнитные. Ультразвуковые, вихревые расходомеры. Теплосчетчики.

Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	104	2	10		92
Раздел 1	Основы метрологии и элементы теории качества измерений	29	2	6		21
Тема 1	Виды и методы измерений. Классификация и характеристики средств измерений.	9	2	2		5
Тема 2	Погрешности измерений. Формы представления результатов измерений	10		2		8
Тема 3	Обработка результатов измерений	10		2		8
Раздел 2	Основы теории и конструкции измерительных приборов	24				24

Тема 4	Аналоговые измерительные приборы	6			6
Тема 5	Приборы сравнения.	6			6
Тема 6	Цифровые измерительные приборы и преобразователи	6			6
Тема 7	Устройства сопряжения и вспомогательные измерительные преобразователи	6			6
Раздел 3	Измерения электрических величин	10			10
Тема 8	Измерение напряжения и тока	5			5
Тема 9	Измерение активной и реактивной мощности и энергии	5			5
Раздел 4	Измерение температур состава и свойств веществ	23	4		19
Тема 10	Общие сведения об измерениях температур. Термопреобразователи сопротивления	8	2		6
Тема 11	Термоэлектрические преобразователи. Пирометры излучения	8	2		6
Тема 12	Измерение влажности. Анализ состояния газов и жидкостей	7			7
Раздел 5	Измерение давления, уровня и расхода	18			18
Тема 13	Методы и средства измерения давления	5			5
Тема 14	Измерение уровня	5			5
Тема 15	Измерение расхода. Теплосчетчики.	8			8

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные термины и понятия метрологии. Шкалы измерений. Система единиц СИ. Классификация и характеристики средств измерений. Виды и методы измерений
Тема 2	Основные источники погрешностей. Классификация погрешностей. 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. Формы представления результатов измерений
Тема 3	Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов.
Тема 4	Аналоговые электромеханические приборы прямого преобразования: магнитоэлектрические, электромагнитные, электро-и ферродинамические, электростатические
Тема 5	Мосты. Одинарные и двойные мосты постоянного тока. мосты переменного тока. Компенсаторы. Автоматические мосты и компенсаторы

Тема 6	Основные теории и конструкции ЦИП. Принцип преобразования дискретных сигналов. Аналого-цифровые преобразователи. Основные узлы и элементная база современных ЦИП
Тема 7	Устройства для расширения диапазонов измерения: шунты, добавочные резисторы, делители, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Типы конструктивные особенности, принцип действия. Выбор шунтов, добавочных резисторов и измерительных трансформаторов. Метрологические характеристики.
Тема 8	Измерение напряжения и токов в цепях постоянного и однофазного и трехфазного переменного тока промышленной и повышенной частоты.
Тема 9	Измерение и учет активной и реактивной мощности и энергии в однофазных и трехфазных цепях, переменного тока.
Тема 10	Общие сведения об измерениях температур. Термометры расширения. Термопреобразователи сопротивления
Тема 11	Термоэлектрические преобразователи. Конструкция термоэлектрических преобразователей. Методика определения температуры контактными средствами измерений. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
Тема 12	Методы измерения влажности воздуха газа, твердых и сыпучих тел. Методы анализа состава жидкостей и газов
Тема 13	Методы и средства измерения давления и разности давлений: жидкостные, деформационные, электрические, грузопоршневые манометры. Методики измерения давлений и разности давлений
Тема 14	Общие сведения об измерении жидких и сыпучих сред. Гидростатические, поплавковые, емкостные, индуктивные, акустические уровнемеры.
Тема 15	Измерение расхода жидкостей и газов по перепаду давления. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические и электромагнитные. Ультразвуковые, вихревые расходомеры. Теплосчетчики.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Гречишников В. М. Метрологическое обеспечение разработки и испытания преобразователей информации [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие, - Самара: СГАУ, 2012. - 126 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/230031/info>

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Второй семестр (78 ч.)

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (40 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Коллоквиум (подготовка) (38 ч.)

Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимся.

Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

Всего часов самостоятельной работы (92 ч.)

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (52 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Коллоквиум (подготовка) (40 ч.)

Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимся.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 1: Основы метрологии и элементы теории качества измерений.
ПК-2	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 2: Основы теории и конструкции измерительных приборов.
ПК-2	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 3: Измерения электрических величин.
ПК-2	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 4: Измерение температур состава и свойств веществ.
ПК-2	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 5: Измерение давления,уровня и расхода.

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Основы метрологии и элементы теории качества измерений

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Что такое систематическая погрешность измерений? Дайте классификацию систематических погрешностей.

2. Что такое методическая погрешность измерений? Всегда ли она оказывает влияние на результаты измерений? Когда ее влиянием можно пренебречь?
3. Что такое инструментальная погрешность измерений? Всегда ли она оказывает влияние на результаты измерений? Когда ее влиянием можно пренебречь?
4. Как оценить методическую составляющую погрешности?
5. Что такое поправка к показаниям прибора? Как ее вычислить, как и когда она вносится?
6. Как оценить инструментальную составляющую погрешности?
7. Можно ли устранить инструментальную погрешность, вычисленную по классу точности прибора, введением поправки?
8. В каком случае инструментальная погрешность может быть исключена введением поправки?
9. Как вычислить погрешность измерений, если на результаты одновременно влияют инструментальная и методическая составляющие погрешности?
10. Что следует сделать для того, чтобы влияние методической погрешности на результат измерения было минимальным?
11. В каких случаях проводят измерения с многократными независимыми наблюдениями? Что принимают за результат таких измерений, если количество наблюдений не превышает тридцати?
12. Когда проводится упрощенная процедура обработки результатов измерений с многократными наблюдениями, в чем она заключается?
13. Как представить результаты измерений с многократными наблюдениями? От чего зависит выбор способа представления результатов?
14. Что такое инструментальная погрешность? Всегда ли она оказывает влияние на результаты измерений? Когда ее влиянием можно пренебречь?
15. Дайте определение следующих понятий: доверительная вероятность, до-верительная граница случайной погрешности измерения, промах, неис-ключенный остаток систематической погрешности измерения.
16. Что такое доверительный интервал? Назовите основные числовые харак-теристики ряда наблюдений.
17. Когда проводится стандартная процедура обработки результатов измерений с многократными наблюдениями, в чем она заключается?
18. Что такое гистограмма? Зачем и как она строится?
19. Какие критерии согласия Вы знаете? Для чего они служат?
20. Как представить результаты измерений с многократными наблюдениями? От чего зависит выбор способа представления результатов?
21. Как вычислить результирующую погрешность измерений, если на результаты одновременно влияют неисключенный остаток систематической погрешности и случайная составляющая погрешности?
22. Всегда ли надо учитывать влияние неисключенного остатка систематиче-ской погрешности на результат измерений с многократными наблюдениями?
23. Каким требованиям должен в первую очередь отвечать вольтметр постоянное напряжение, если для измерения постоянного напряжения необходимо использовать многократные наблюдения?

Раздел 2: Основы теории и конструкции измерительных приборов

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Почему при наблюдении гармонических сигналов и измерении их параметров удобно использовать осциллограф?
2. От чего зависит погрешность измерения амплитуды при помощи осциллографа?
3. От чего зависит погрешность измерения частоты при помощи осциллографа?

4. Какие параметры гармонического напряжения можно измерить при помощи фигур Лиссажу? Как организовать такие измерения?
5. Как определить погрешность измерения угла сдвига фаз?
6. Каким образом можно повысить качество осциллографических измерений?
7. Опишите принцип работы и устройство электромеханических вольт-метров переменного тока? Чем определяется погрешность этих приборов?
8. Опишите принцип работы и устройство электронных вольтметров переменного тока? Чем определяется погрешность этих приборов?
9. Поясните принцип действия приборов электромагнитной системы.
10. Поясните принцип действия приборов электродинамической системы.
11. Расшифруйте условные обозначения на передней панели приборов.
12. Перечислите достоинства и недостатки приборов электродинамической системы.
13. Перечислите достоинства и недостатки приборов электромагнитной системы.
14. Объясните принцип действия вольтметров средневыпрямленного значения.

Раздел 3: Измерения электрических величин

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Требуется измерить действующее (среднее, среднеквадратическое, амплитудное) значение переменного напряжения синусоидальной (искаженной) формы. Ориентировочно значение напряжения равно 100 мкВ (10 мВ, 1 В, 100 В), а частота 5 Гц (50 Гц, 5 кГц, 500 кГц, 50 МГц). Как это лучше сделать, если погрешность должна быть минимальной (не превышать 1%)?
2. Какими параметрами, подлежащими измерению, характеризуется переменное напряжение?
3. Что такое среднеквадратическое, среднее и средневыпрямленное значения переменного напряжения?
4. Какими вольтметрами измеряется среднеквадратическое значение переменного напряжения? Какие из них наиболее точны и почему?
5. Какими вольтметрами измеряется средневыпрямленное значение переменного напряжения?
6. Нужно измерить среднее значение переменного напряжения. Какое средство измерений Вы выберете?
7. В каком диапазоне частот можно измерять гармоническое напряжение?
8. Какие вольтметры могут служить образцовыми на низких, средних и высоких

Раздел 4: Измерение температур состава и свойств веществ

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Можно ли ртутным стеклянным термометром измерить температуру 500 °С, если температура кипения ртути 356,6 °С? Каким образом можно повысить верхний предел измерения ртутных термометров?
2. Лабораторный стеклянный термометр, заполненный пентаном, показывает по шкале —40 °С. Термометр погружен в измеряемую среду до отметки —100 °С. Температура выступающего столбика составляет 20 °С. Коэффициент видимого объемного теплового расширения пентана в стекле $\gamma = 0,0012 \text{ К}^{-1}$. Определите действительное значение температуры?
3. Совпадают ли значения коэффициентов объемного теплового расширения и видимого объемного теплового расширения термометрического вещества?
4. Определите изменение показаний манометрического ртутного термометра, если при градуировке термобаллон и показывающий прибор находились на одном уровне, а в реальных условиях показывающий прибор расположен на 7,37 м выше, чем термобаллон. Шкала термометра 0—500 °С. При изменении температуры от 0 до 500 °С давление в системе изменяется от 4,47 до 14,28 МПа. Плотность ртути $\rho = 13\,595 \text{ кг/м}^3$.

5. Определите изменение показаний манометрического, газового, термометра, вызванное увеличением температуры капилляра на 40 и температуры пружины на 10 °С относительно градуировочного значения 20 °С при следующих условиях: объем капилляра $V_K = 1,9 \text{ см}^3$, объем манометрической пружины. $V_p = 1,5 \text{ см}^3$, объем термобаллона $V_b = 140 \text{ см}^3$?

6. Температура пара измеряется термоэлектрическим термометром типа К, который с помощью удлиняющих термоэлектродных проводов подключен к милливольтметру. Милливольтметр установлен в помещении блочного щита, имеющего температуру 20 °С. Сопротивление милливольтметра 323, термометра в рабочих условиях 0,35 Ом.

7. Подгонка сопротивления внешней линии до значения 5 Ом осуществляется при температуре 20 °С. Сопротивление удлиняющих термоэлектродных проводов 3,47 Ом при общей длине 150 м (в том числе 3 м внутри блочного щита). Оцените относительное изменение показаний милливольтметра, вызванное изменением температуры проводов от 20 до 65 °С. Температурный коэффициент электрического сопротивления проводов $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$?

8. Термоэлектрический термометр типа S (длина термоэлектродов 2 м, диаметр 0,5 мм) подключен к пирометрическому милливольтметру, отградуированному на внешнее сопротивление 5 Ом, при глубине погружения термометра 0,5 м в среду с температурой 1000 °С. Остальная часть термометра находилась при температуре 40 °С. Изменяются ли показания милливольтметра, если глубину погружения увеличить до 1,5 м. Внутреннее сопротивление милливольтметра 195 Ом. Сопротивление 1 м платинового термоэлектрода при 40 °С $R = 579 \text{ Ом}$, при 1000 °С $R_2 = 2,199 \text{ Ом}$. Соответственно для платинородиевого термоэлектрода $R_1 = 1,033 \text{ Ом}$ и $R_2 = 2,394 \text{ Ом}$.

9. Определите изменение показаний милливольтметра градуировки К, вызванное изменением температуры помещения, в котором находится милливольтметр, от 20 до 40 °С. Сопротивление внешней цепи 5 Ом, сопротивление милливольтметра при 20 °С $R_v = 302 \text{ Ом}$, сопротивление рамки, выполненной из меди, $R_p = 65 \text{ Ом}$, показание прибора 540 °С. Измерительная схема милливольтметра состоит из рамки и последовательно включенного манганинового резистора. Температурный коэффициент электрического сопротивления меди $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

Раздел 5: Измерение давления, уровня и расхода

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Чувствительным элементом манометра является сильфон. Уравновешивание давления (разности давлений) осуществляется за счет упругого противодействия сильфона и пружины, эффективная площадь сильфона $S_\phi = 31,5 \text{ мм}^2$, жесткость пружин $K_p = 9,20 \text{ Н/мм}$, жесткость одного гофра сильфона к воздействию осевого усилия $K_c = 0,25 \text{ Н/мм}$, число гофр 8. При перемещении стрелки манометра от начала до конца шкалы доньшко сильфона перемещается на 4,5 мм. Определите пределы измерения манометра.

2. Определите погрешность манометра с токовым выходным сигналом (0—5 мА) с пределами измерения 0—4 МПа, если при измерении давления 3,2 МПа выходной сигнал составил 3,93 мА.

3. Определите погрешность манометра с пневматическим выходным сигналом (0,02—0,1 МПа) и пределом измерения 0—0,6 МПа, если при давлении 0,45 МПа значение выходного сигнала составило 0,084 МПа.

4. Выберите шкалу манометра (определите верхний предел измерения) для измерения постоянного давления: а) 0,3 МПа; б) 26 МПа.

5. Как изменятся показания уровнемера, отградуированного при давлении 0,1 МПа (условие задачи 4.8), если давление насыщения в барабане поднимается до 10 МПа?

6. Давление в барабане котла при неизменном уровне изменилось от 10 до 20 МПа, что вызвало соответствующее изменение температуры насыщения. Будет ли погрешность измерения уровня, вызванная изменением параметров, в схемах рис. 4.6 и 4.7 одинаковой? Температура воды в импульсных трубках равна 30 °С, $H_{\text{макс}} = 500 \text{ мм}$. Температура воды в барабане и сосуде одинаковы.

7. Определите концентрацию CO₂ в продуктах горения, если анализ содержания CO₂ производился объемно-абсорбционным газоанализатором. Объем смеси в измерительной бюретке до поглощения V₀ = 100 мл, объем после поглощения V_п = 94 мл. Объем вредного пространства вне измерительной бюретки (объем распределительной гребенки и других соединительных частей) V_{в.п} = 2,5 мл. Коэффициент K_п, характеризующий отношение объема компонента, поглощенного в газоанализаторе, к объему этого компонента до поглощения, равен 0,95.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Второй семестр (Зачет, ПК-2)

1. Основные метрологические понятия и определения. Единицы измерения физических величин. Международная система единиц измерения. Виды шкал.
2. Классификация средств измерений.
3. Виды и методы измерений
4. Основные характеристики и параметры электроизмерительных приборов. Условие обозначения на приборах, Маркировка приборов.
5. Классификация погрешностей измерений и средств измерений. Классы точности.
6. Систематические погрешности: обнаружение и исключение.
7. Компенсация систематической погрешности в процессе измерения.
8. Виды распределения случайных погрешностей. Способы оценки случайных погрешностей.
9. Порядок обработки результатов многократных измерений. Промахи.
10. Обработка результатов косвенных измерений.
11. Однократные измерения с приближенным оцениванием точности.
12. Измерительный трансформатор тока. Принцип действия. Векторная диаграмма, погрешности. Особенности эксплуатации трансформатора тока.
13. Однофазный счетчик электрической энергии. Устройство, принцип действия.
14. Поверка счетчиков активной энергии. Основные регулировки счетчика.
15. Микропроцессорные электронные счетчики электрической энергии.
16. Измерение неэлектрических величин. Свойства и классификация измерительных преобразователей.
17. Электромагнитные измерительные преобразователи.
18. Тепловые измерительные преобразователи (терморезисторы).
19. Тепловые измерительные преобразователи (термопары).
20. Резистивные измерительные преобразователи.
21. Резистивные измерительные преобразователи.
22. Пьезоэлектрические и электростатические измерительные преобразователи
23. Общие сведения об измерении температуры. Температурные шкалы. Классификация средств измерения температуры.
24. Манометрические термометры.
25. Электрические термометры.
26. Термоэлектрические термометры.
27. Пирометры излучения.
28. Общие сведения об измерении давления. Классификация приборов для измерения давления.
29. Жидкостные манометры.
30. Деформационные преобразователи для измерения давления.
31. Деформационно-измерительные преобразователи давления, основанные на методе прямого преобразования.
32. Измерение расхода жидкостей и газов. Объемные расходомеры.
33. Скоростные счетчики расхода.
34. Расходомеры переменного перепада давления.

8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. Гречишников В. М. Метрологическое обеспечение разработки и испытания преобразователей информации [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие, - Самара: СГАУ, 2012. - 126 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/230031/info>
2. Метрология в электроэнергетике [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Агроинженерия" магистерская программа "Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве", сост. Белова Г. М., Покоев П. Н. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2016. - 60 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=19341>
3. Метрология, стандартизация и сертификация - учебник для вузов : в 3 частях. Ч. 1. Метрология [Электронный ресурс]: - Москва: Юрайт, 2023. - 235 с. - Режим доступа: <https://urait.ru/book/metrologiya-standartizaciya-i-sertifikaciya-v-3-ch-chast-1-metrologiya-512711>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://elib.udsau.ru/> - библиотека электронных учебных пособий Удмуртского ГАУ
2. <http://portal.udsau.ru> - Интернет-портал Удмуртского ГАУ
3. <http://lib.rucont.ru> - Электронная библиотечная система
4. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
--------------	---------------------------------------

Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п.</p> <p>Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p>

	<p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ; - изучает информационные материалы; - подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями. <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно.</p> <p>Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p>

Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

12. Перечень информационных технологий

Информационные технологии реализации дисциплины включают

12.1 Программное обеспечение

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.