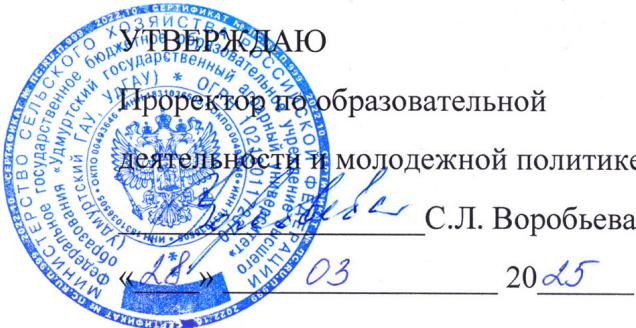


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Рег. № 000010549



Кафедра электротехники и автоматики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Метрология, сертификация, технические измерения

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 143 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Батурина А. И., кандидат технических наук, ассистент

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 28.03.2025 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов системы научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации, сертификации и технических измерений.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с теоретическими основами метрологии, организационными и методическими основами метрологического обеспечения, правовыми основами обеспечения единства измерений, историческими и правовыми основами стандартизации и сертификации, условиями осуществления сертификации, правилами и порядком сертификации; принципами действия, устройством типовых измерительных приборов для измерения электрических и теплотехнических величин;;
- освоение методов измерения основных параметров объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивание погрешностей измерений, подготовка оборудования и документации к сертификации;
- приобретение навыков в организации метрологического обеспечения технологических процессов, освоение методов контроля режимов работы .

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Метрология, сертификация, технические измерения» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 4 семестре.

Изучению дисциплины «Метрология, сертификация, технические измерения» предшествует освоение дисциплин (практик):

Физика;

Химия.

Освоение дисциплины «Метрология, сертификация, технические измерения» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Электротехника и электроника;

Электроснабжение предприятий;

Системы газоснабжения;

Автоматизация тепловых процессов.

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:

- ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

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

Студент должен знать:

Методы измерения электрических и неэлектрических величин, на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Студент должен уметь:

Выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин.

Студент должен владеть навыками:

Методами проведения измерений электрических и неэлектрических величин, обработкой результатов измерений и оценкой их погрешности

- ПК-4 Способен участвовать в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

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

Студент должен знать:

Теоретические основы метрологии, организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения

Студент должен уметь:

Использовать методы контроля работы технологического оборудования и качества выпускаемой продукции

Студент должен владеть навыками:

Методами контроля работы технологического оборудования и качества выпускаемой продукции

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

Вид учебной работы	Всего часов	Четвертый семестр
Контактная работа (всего)	44	44
Лабораторные занятия	14	14
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия	14	14
Самостоятельная работа (всего)	73	73
Виды промежуточной аттестации	27	27
Экзамен	27	27
Общая трудоемкость часы	144	144
Общая трудоемкость зачетные единицы	4	4

Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый семестр	Шестой семестр
Контактная работа (всего)	14	12	2
Лабораторные занятия	6	6	
Лекционные занятия	6	6	
Практические занятия	2		2
Самостоятельная работа (всего)	121	60	61
Виды промежуточной аттестации	9		9
Экзамен	9		9
Общая трудоемкость часы	144	72	72
Общая трудоемкость зачетные единицы	4	2	2

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Четвертый семестр, Всего	117	16	14	14	73
Раздел 1	Теоретические основы метрологии	55	4	10	12	29
Тема 1	Виды и методы измерений	6	1			5
Тема 2	Погрешности измерений и средств измерений	15	1	4	2	8
Тема 3	Обработка результатов измерений	15	1	4	2	8
Тема 4	Вторичные измерительные приборы	19	1	2	8	8
Раздел 2	Стандартизация и сертификация	28	4			24
Тема 5	Основные цели, задачи и объекты сертификации	7	1			6
Тема 6	Термины и определения в области сертификации	7	1			6
Тема 7	Схемы и системы, условия осуществления сертификации	7	1			6
Тема 8	Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации, испытательные лаборатории. Сертификация систем качества.	7	1			6
Раздел 3	Технические измерения	34	8	4	2	20
Тема 9	Измерение температуры	11	2	2	2	5
Тема 10	Измерение давления, разности давлений	9	2	2		5
Тема 11	Измерение уровня	7	2			5
Тема 12	Измерение расхода и количества жидкости, газов, пара, теплоты.	7	2			5

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал их особенности. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное, действительное значения измеряемой величины. Система единиц СИ.
Тема 2	Основные источники погрешностей. Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.

Тема 3	Формы представления результатов измерений. Алгоритм обработки измерений постоянной величины. Алгоритм обработки независимых многоократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многоократных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многоократных измерений. Обработка результатов однократных измерений. Обработка косвенных измерений
Тема 4	Аналоговые вторичные измерительные приборы и преобразователи. Средства измерения и преобразования термосопротивлений. Средства измерения и преобразования термоЭДС. Вторичные пневматические приборы. Цифровые вторичные измерительные приборы
Тема 5	Цель сертификации - подтверждение соответствия продукции определенным требованиям нормативных документов. Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Сертификация систем качества предприятий, организаций и учреждений на соответствие требований международных стандартов. Задачи сертификации с точки зрения межгосударственных, политических, торгово-экономических и социальных экономических отношений. Объекты сертификации - продукция (услуги), процессы, системы качества производства.
Тема 6	Термины и определения в области сертификации. Нормативные документы по сертификации.
Тема 7	Российские, международные и региональные схемы и системы сертификации. Схемы сертификации по классификации ИСО. Системы сертификации однородной продукции, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила. Структура системы сертификации. Схемы сертификации продукции и схемы сертификации.
Тема 8	Организация деятельности органов сертификации. Требования к органу по сертификации и его функции. Административная и организационная структура органа по сертификации, система управления документацией и система обеспечения качества работ по сертификации. Испытательные лаборатории и предъявляемые к ним требования.
Тема 9	Общие сведения об измерении температур. Термометры расширения. Термопреобразователи сопротивления. Термоэлектрические преобразователи. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
Тема 10	Жидкостные манометры и дифманометры. Деформационные манометры. Деформационные преобразователи давления с дистанционной передачей показаний. Электрические манометры. Грузопоршневые манометры. Методика измерения давления и разности давлений.
Тема 11	Уровнемеры с визуальным отсчетом. Гидростатические уровнемеры. Поплавковые и буйковые уровнемеры. Емкостные, индуктивные, радиоволновые, акустические, термокондуктометрические уровнемеры. Измерение уровня сыпучих материалов.
Тема 12	Основы теории измерения расхода по перепаду давления в сужающих устройствах. Расчет градуировочной характеристики расходомера с сужающими устройствами. Оценка погрешности измерения расхода. Методика использования сужающих устройств для измерения расхода сред. Специальные сужающие устройства.

Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	135	6	2	6	121
Раздел 1	Теоретические основы метрологии	52	2	2	4	44
Тема 1	Виды и методы измерений	11,4	0,4			11
Тема 2	Погрешности измерений и средств измерений	14	1		2	11
Тема 3	Обработка результатов измерений	15,3	0,3	2	2	11
Тема 4	Вторичные измерительные приборы	11,3	0,3			11
Раздел 2	Стандартизация и сертификация	44	2			42
Тема 5	Основные цели, задачи и объекты сертификации	11,5	0,5			11
Тема 6	Термины и определения в области сертификации	11,5	0,5			11
Тема 7	Схемы и системы, условия осуществления сертификации	10,5	0,5			10
Тема 8	Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации, испытательные лаборатории. Сертификация систем качества.	10,5	0,5			10
Раздел 3	Технические измерения	39	2		2	35
Тема 9	Измерение температуры	12,5	0,5		2	10
Тема 10	Измерение давления, разности давлений	10,5	0,5			10
Тема 11	Измерение уровня	8	0,5			7,5
Тема 12	Измерение расхода и количества жидкости, газов, пара, теплоты.	8	0,5			7,5

На промежуточную аттестацию отводится 9 часов.

Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал их особенности. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное, действительное значения измеряемой величины. Система единиц СИ.
Тема 2	Основные источники погрешностей. Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.

Тема 3	Формы представления результатов измерений. Алгоритм обработки измерений постоянной величины. Алгоритм обработки независимых многоократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многоократных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многоократных измерений. Обработка результатов однократных измерений. Обработка косвенных измерений
Тема 4	.Аналоговые вторичные измерительные приборы и преобразователи. Средства измерения и преобразования термосопротивлений. Средства измерения и преобразования термоЭДС. Вторичные пневматические приборы. Цифровые вторичные измерительные приборы
Тема 5	Цель сертификации - подтверждение соответствия продукции определенным требованиям нормативных документов. Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Сертификация систем качества предприятий, организаций и учреждений на соответствие требований международных стандартов. Задачи сертификации с точки зрения межгосударственных, политических, торгово-экономических и социальных экономических отношений. Объекты сертификации - продукция (услуги), процессы, системы качества производства.
Тема 6	Термины и определения в области сертификации. Нормативные документы по сертификации.
Тема 7	Российские, международные и региональные схемы и системы сертификации. Схемы сертификации по классификации ИСО. Системы сертификации однородной продукции, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила. Структура системы сертификации. Схемы сертификации продукции и схемы сертификации.
Тема 8	Организация деятельности органов сертификации. Требования к органу по сертификации и его функции. Административная и организационная структура органа по сертификации, система управления документацией и система обеспечения качества работ по сертификации. Испытательные лаборатории и предъявляемые к ним требования.
Тема 9	Общие сведения об измерении температур. Термометры расширения. Термопреобразователи сопротивления. Термоэлектрические преобразователи. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
Тема 10	Жидкостные манометры и дифманометры. Деформационные манометры. Деформационные преобразователи давления с дистанционной передачей показаний. Электрические манометры. Грузопоршневые манометры. Методика измерения давления и разности давлений.
Тема 11	Уровнемеры с визуальным отсчетом. Гидростатические уровнемеры. Поплавковые и буйковые уровнемеры. Емкостные, индуктивные, радиоволновые, акустические, термокондуктометрические уровнемеры. Измерение уровня сыпучих материалов.
Тема 12	Основы теории измерения расхода по перепаду давления в сужающих устройствах. Расчет градуировочной характеристики расходомера с сужающими устройствами. Оценка погрешности измерения расхода. Методика использования сужающих устройств для измерения расхода сред. Специальные сужающие устройства.

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

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Сборник задач и контрольных заданий по дисциплине «технические измерения и приборы» [Электронный ресурс]: методические указания для студентов специальности Автоматизация технологических процессов и производств при изучении дисциплины Технические измерения и приборы как очного, так и заочного обучения, сост. Тимошенко Д. А., Гриненицкий П. Н. - Иваново: , 2010. - 41 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/142048/info>

2. Шабалдин Е. Д., Смолин Г. К., Уткин В. И., Зарубин А. П. Метрология и электрические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие, - Екатеринбург: , 2006. - 282 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5393>

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Четвертый семестр (73 ч.)

Вид СРС: Коллоквиум (подготовка) (34 ч.)

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

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (39 ч.)

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

Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

Всего часов самостоятельной работы (121 ч.)

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (52 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (69 ч.)

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

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
ОПК-5	2 курс, Четвертый семестр	Экзамен	Раздел 1: Теоретические основы метрологии.
ПК-4	2 курс, Четвертый семестр	Экзамен	Раздел 2: Стандартизация и сертификация.
ОПК-5 ПК-4	2 курс, Четвертый семестр	Экзамен	Раздел 3: Технические измерения.

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: Теоретические основы метрологии

ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

1. Отсчетное устройство вольтметра среднего квадратического значения с классом точности 0,5 имеет пределы 0 и 200 В. Указатель показывает напряжение 127 В. Чему равно измеряемое напряжение?

2. Отсчетное устройство амперметра с пределами ± 50 мА и классом точности 0,04/0,02 показывает $I = 25$ мА. Чему равна сила тока?

3. Класс точности используемого при измерениях вольтметра указан как $c/d = 0,06/0,04$. Определить абсолютную погрешность измерения

4. При 10 измерениях напряжения получены следующие результаты: 12,10; 12,12; 12,07; 12,40; 12,08; 12,13; 12,15; 12,16; 12,20; 12,17 В. Следует проверить, не является ли промахом значение напряжения 10,4 В?

5. Термоэлектрический термометр класса точности 2,5 имеющий шкалу от 200 С до 600 С, показал 350 С. Определить максимально возможную относительную погрешность.

6. Милливольтметр при измерении постоянного напряжения со шкалой 100 мВ, показал 50 мВ, класс точности прибора равен 1,0. Определить границы истинного значения напряжения.

7. К цепи несинусоидального тока $i(t) = 5\sin(t+30^\circ) + 3\sin(3t+45^\circ) + 2\sin(5t+90^\circ)$ последовательно включить амперметры ферродинамической и выпрямительной систем. Определить показания приборов.

Раздел 2: Стандартизация и сертификация

ПК-4 Способен участвовать в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

1. Дайте определение понятию "стандартизация".
2. Назовите цели и задачи стандартизации.
3. Какие нормативные документы используют в области стандартизации?
4. Перечислите категории и виды стандартов.
5. Что представляют собой стандарты организаций?
6. Особенности международных стандартов.
7. Назначение, применение и разработка технических условий.
8. Каковы цели Единой системы конструкторской документации?
9. Что предусматривает Единая система технической документации?
10. Назовите основные цели, принципы, методы и формы подтверждения соответствия.
11. В каких случаях осуществляется добровольное, обязательное подтверждение соответствия?
12. Для чего осуществляется декларирование соответствия?
13. Когда применяют обязательную сертификацию и как ее организуют?

14. Когда применяют знаки соответствия и когда знаки обращения на рынке?

15. Назовите органы и объекты государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

Раздел 3: Технические измерения

ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

1. Можно ли ртутным стеклянным термометром измерить температуру 500оС, если температура кипения ртути 356,6оС? Каким образом можно повысить верхний предел измерения ртутных термометров?

2. Лабораторный стеклянный термометр, заполненный пентаном, показывает по шкале – 40оС. Термометр погружен в измеряемую среду до отметки – 100оС. Температура выступающего столбика составляет 20оС. Коэффициент видимого объемного теплового расширения пентана в стекле $\gamma=0,0012$ К-1.

3. 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 0-500оС. При изменении температуры от 0 до 500оС давление в системе изменяется от 4,47 до 14,28 МПа. Плотность ртути $\rho=13595$ кг/м3.

4. Определите изменение показаний манометрического газового термометра, вызванное увеличением температуры капилляра на 40оС и температуры пружины на 10оС относительно градуировочного значения 20оС при следующих условиях: объем капилляра $V_k=1,9$ см3, объем манометрической пружины $V_p=1,5$ см3, объем термобаллона $V_b=140$ см3.

5. Будет ли изменяться термо-ЭДС термоэлектрического термометра типа ХК при изменении температуры рабочего конца, но при сохранении разности температур рабочего конца и свободных концов, например E(300, 50оС) и E(600,350оС)?

6. В U- образном манометре с водяным заполнением внутренние диаметры трубок соответственно равны 8 и 8,3 мм. При измерении давления уровень в первой трубке переместился на 204 мм. Измеряемое давление считалось равным 4 кПа. Оцените погрешность, вызванную неучетом реального уровня во второй трубке.

7. Рассчитайте, каким должно быть соотношение между диаметрами плюсового и минусового сосудов чашечного манометра, чтобы при отсчете уровня жидкости только в минусовом сосуде погрешность измерения разности давления не превосходила 0,1 %.

8. Чувствительным элементом манометра является сильфон. Уравновешивание давления (разности давлений) осуществляется за счет упругого противодействия сильфона и пружины, эффективная площадь сильфона $S_{\text{эфф}}=31,5$ мм², жесткость пружин $K_p=9,20$ Н/мм, жесткость одного гофра сильфона к воздействию осевого усиления $K_c=0,25$ Н/мм, число гофр 8. При перемещении стрелки манометра от нуля до конца шкалы донышко сильфона перемещается на $h=4,5$ мм. Определите пределы измерения манометра.

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

10. Манометр, измеряющий давление пара, установлен на 5 м ниже точки отбора. Манометр показывает $\rho= 5$ МПа, среднее значение температуры конденсата в импульсной линии $t=60$ оС. Определите действительное значение давления в паропроводе.

11. Уровень воды в открытой емкости измеряется дифманометром-уровнемером. Уровнемер градуировался при температуре воды в емкости и импульсных трубках 30оС. Изменятся ли показания уровнемера, если температура воды в емкости увеличилась до 90оС, а температура воды в импульсных линиях осталась 30оС.

12. По трубе диаметром $D = 100$ мм движется поток жидкости со средней скоростью $v_c=1,5$ м/с. Определите массовый расход жидкости, если ее плотность $\rho=990$ кг/м3.

13. Определите расход дымовых газов через цилиндрический трубопровод, если перепад давления на напорной трубке $\Delta p=50$ кгс/м². Диаметр трубопровода $D=200$ мм, коэффициент трубки $k_t=0,98$, плотность газов $\rho=0,405$ кг/м³. Трубка установлена на расстоянии 23,8 мм от стенки трубопровода. Кинематическая вязкость газов

$$v=93,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

ПК-4 Способен участвовать в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

1. Можно ли ртутным стеклянным термометром измерить температуру 500оС, если температура кипения ртути 356,6оС? Каким образом можно повысить верхний предел измерения ртутных термометров?

2. Лабораторный стеклянный термометр, заполненный пентаном, показывает по шкале – 40оС. Термометр погружен в измеряемую среду до отметки – 100оС. Температура выступающего столбика составляет 20оС. Коэффициент видимого объемного теплового расширения пентана в стекле $\gamma=0,0012 \text{ К}^{-1}$.

3. 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 0-500оС. При изменении температуры от 0 до 500оС давление в системе изменяется от 4,47 до 14,28 МПа. Плотность ртути $\rho=13595$ кг/м³.

4. Определите изменение показаний манометрического газового термометра, вызванное увеличением температуры капилляра на 40оС и температуры пружины на 10оС относительно градуировочного значения 20оС при следующих условиях: объем капилляра $V_k=1,9$ см³, объем манометрической пружины $V_p=1,5$ см³, объем термобаллона $V_b=140$ см³.

5. Будет ли изменяться термо-ЭДС термоэлектрического термометра типа ХК при изменении температуры рабочего конца, но при сохранении разности температур рабочего конца и свободных концов, например E(300, 50оС) и E(600,350оС)?

6. В U- образном манометре с водяным заполнением внутренние диаметры трубок соответственно равны 8 и 8,3 мм. При измерении давления уровень в первой трубке переместился на 204 мм. Измеряемое давление считалось равным 4 кПа. Оцените погрешность, вызванную неучетом реального уровня во второй трубке.

7. Рассчитайте, каким должно быть соотношение между диаметрами плюсового и минусового сосудов чашечного манометра, чтобы при отсчете уровня жидкости только в минусовом сосуде погрешность измерения разности давления не превосходила 0,1 %.

8. Чувствительным элементом манометра является сильфон. Уравновешивание давления (разности давлений) осуществляется за счет упругого противодействия сильфона и пружины, эффективная площадь сильфона $S_{\text{эфф}}=31,5$ мм², жесткость пружин $K_p=9,20$ Н/мм, жесткость одного гофра сильфона к воздействию осевого усиления $K_c=0,25$ Н/мм, число гофр 8. При перемещении стрелки манометра от нуля до конца шкалы донышко сильфона перемещается на $h=4,5$ мм. Определите пределы измерения манометра.

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

10. Манометр, измеряющий давление пара, установлен на 5 м ниже точки отбора. Манометр показывает $p=5$ МПа, среднее значение температуры конденсата в импульсной линии $t=60$ оС. Определите действительное значение давления в паропроводе.

11. Уровень воды в открытой емкости измеряется дифманометром-уровнемером. Уровнемер градуировался при температуре воды в емкости и импульсных трубках 30оС. Изменятся ли показания уровнемера, если температура воды в емкости увеличилась до 90оС, а температура воды в импульсных линиях осталась 30оС.

12. По трубе диаметром $D = 100$ мм движется поток жидкости со средней скоростью $v_c=1,5$ м/с. Определите массовый расход жидкости, если ее плотность $\rho=990$ кг/м³.

13. Определите расход дымовых газов через цилиндрический трубопровод, если перепад давления на напорной трубке $\Delta p=50$ кгс/м². Диаметр трубопровода $D=200$ мм, коэффициент трубки $k_t=0,98$, плотность газов $\rho=0,405$ кг/м³. Трубка установлена на расстоянии 23,8 мм от стенки трубопровода. Кинематическая вязкость газов $v=93,6 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Четвертый семестр (Экзамен, ОПК-5, ПК-4)

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. Условные 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. Особенности эксплуатации трансформатора тока.
13. Измерение напряжения, тока, мощности.
14. Термовые измерительные преобразователи (терморезисторы).
15. Термовые измерительные преобразователи (термопары).
16. Общие сведения об измерении температуры. Температурные шкалы. Классификация средств измерения температуры.
17. Манометрические термометры.
18. Электрические термометры.
19. Термоэлектрические термометры.
20. Пирометры излучения.
21. Общие сведения об измерении давления.
22. Жидкостные манометры.
23. Деформационные преобразователи для измерения давления.
24. Деформационно-измерительные преобразователи давления, основанные на методе прямого преобразования.
25. Измерение расхода жидкостей и газов. Объемные расходомеры.
26. Скоростные счетчики расхода.
27. Расходомеры переменного перепада давления (дроссельные).
28. Расходомеры постоянного перепада давления (обтекания).
29. Электромагнитные и ультразвуковые расходомеры.
30. Общие сведения об измерении расхода тепла (теплосчетчики).
31. Метрологический надзор за средствами измерений.
32. Основные положения ФЗ "О техническом регулировании".
33. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
34. Сущность стандартизации. Цели и принципы стандартизации.
35. Виды и методы стандартизации.
36. Нормативные документы по стандартизации. Категории и виды стандартов.
37. Государственная система стандартизации. Органы и службы Госстандарта.

38. Межотраслевые системы стандартов.
39. Международные организации по стандартизации.
40. Основные понятия в области оценки соответствия и сертификации. Цели сертификации. Объекты сертификации.
41. Участники сертификации. Типовая структура системы сертификации.
42. Обязательная сертификация.
43. Декларирование соответствия.
44. Добровольная сертификация.
45. Структура процессов сертификации.

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 усвоемости 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 окончанию изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. 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>
2. Макарова В. П., Черкашин Н. А., Шигаева В. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: методические рекомендации, - Кинель: РИЦ СГСХА, 2013. - 114 с. - Режим доступа: <http://lib.rucont.ru/efd/329179/info>
3. Измерение физических величин [Электронный ресурс]: практикум для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», сост. Покоев П. Н., Белова Г. М. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 42 с. - Режим доступа: <http://portal.udsa.ru/index.php?q=docs&download=1&id=39739>; <https://e.lanbook.com/reader/book/158602/#1>; <https://lib.rucont.ru/efd/736407/info>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <https://www.studentlibrary.ru> - ЭБС "Консультант студента"
2. <http://portal.udsa.ru> - Интернет-портал Удмуртского ГАУ
3. <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. 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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятиях 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; - готовит 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>
Практические занятия	<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>

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.

При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

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) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися 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. Р7-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 № H8775 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
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторные стенды

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.