

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

Рег. № 000010276



Кафедра энергетики и электротехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Котельные установки и парогенераторы

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:

Дресвянникова Е. В., кандидат технических наук, доцент

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

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - подготовка бакалавров, специализирующихся в области теплоэнергетики и теплотехники, к решению вопросов проектирования, эксплуатации и совершенствования систем обеспечения предприятий теплотой пара и горячей воды.

Задачи дисциплины:

- знать общие закономерности изменения потребления теплоты предприятиями при изменении параметров наружного воздуха и по часам рабочей смены; методы определения величин расходов топливно-энергетических ресурсов разными типами теплогенерирующих установок; общие принципы регулирования параметров и количество теплоты, отпускаемой потребителям, а также допустимые границы изменений параметров;
- уметь составлять и рассчитывать схемы тепловых сетей и источников теплоты; выявлять расчетные режимы работы каждого из звеньев системы; выбирать типоразмеры и параметры необходимого оборудования; использовать справочную и нормативную литературу;
- иметь навыки проектирования систем теплоснабжения и ее элементов с использованием компьютерных технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 6 семестре.

Изучению дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» предшествует освоение дисциплин (практик):

Физика;  
Химия;  
Гидрогазодинамика;  
Техническая термодинамика.

Освоение дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Тепломассообменное оборудование предприятий;  
Источники и системы теплоснабжения предприятий;  
Проектирование систем энергообеспечения;  
Научно-исследовательская работа;  
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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 проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием**

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

Студент должен знать:

Типовые методики расчетов, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен уметь:

Проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен владеть навыками:

Методиками проведения расчетов по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

**- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

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

Студент должен знать:

обладает знаниями для поиска информации в области котельной техники

Студент должен уметь:

умеет анализировать и синтезировать информация по поставленным задачам в области теплоэнергетики

Студент должен владеть навыками:

навыки в работе с информацией, связанной с теплоэнергетикой. решение поставленных задач

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

Вид учебной работы	Всего часов	Шестой семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Лабораторные занятия	12	12
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия	26	26
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>63</b>	<b>63</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Курсовая работа		+
Экзамен	27	27
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Шестой семестр	Седьмой семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
Лабораторные занятия	4	4	
Лекционные занятия	4	4	
Практические занятия	2	2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>125</b>	<b>26</b>	<b>99</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>9</b>		<b>9</b>
Курсовая работа			+
Экзамен	9		9
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Шестой семестр, Всего</b>	<b>117</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>63</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Организация процесса сжигания топлива</b>	<b>47</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>27</b>
Тема 1	Роль котельных установок в теплоэнергетике	7	1			6
Тема 2	Энергетическое топливо. Топочные процессы	13	2	4		7
Тема 3	Подготовка топлива к сжиганию	10	1	2		7
Тема 4	Тепловой баланс котла	17	2	4	4	7
<b>Раздел 2</b>	<b>Паровые котлы</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>18</b>
Тема 5	Общие характеристики паровых котлов	10	2	2		6
Тема 6	Компоновка и тепловая схема парового котла	14	2	2	4	6
Тема 7	Гидродинамика паровых котлов	11	1	4		6
<b>Раздел 3</b>	<b>Водоподготовка</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>
Тема 8	Водоподготовка. обработка теплоносителя	10	2	2		6
<b>Раздел 4</b>	<b>Теплообменники в котловой технике</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
Тема 9	Теплообменники в котловой технике	16	2	4	4	6
<b>Раздел 5</b>	<b>Водогрейные котлы</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>6</b>
Тема 10	Водогрейные котлы	9	1	2		6

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

### Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Развитие котельной техники. Основные виды котельной техники. Генерация теплоты, уровни трансформации теплоты.
Тема 2	Энергетическое топливо. Топочные процессы.
Тема 3	Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.
Тема 4	Тепловой баланс котла.
Тема 5	Общие характеристики паровых котлов.
Тема 6	Компоновка и тепловая схема парового котла.
Тема 7	Гидродинамика паровых котлов. Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабан-ных котлов. Парообразующие поверхности нагрева.
Тема 8	Водоподготовка. обработка теплоносителя. основные виды примесей, влияющие на работу котла. Предварительная очистка воды, виды очисток, Фильтры. Натрий катионирование.
Тема 9	Типы перегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.
Тема 10	Водогрейные котлы. Классификация. Особенности конструкции.

### Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>125</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Организация процесса сжигания топлива</b>	<b>66</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>60</b>
Тема 1	Роль котельных установок в теплоэнергетике	10				10
Тема 2	Энергетическое топливо. Топочные процессы	17	1	1		15
Тема 3	Подготовка топлива к сжиганию	16	1			15
Тема 4	Тепловой баланс котла	23	1	1	1	20
<b>Раздел 2</b>	<b>Паровые котлы</b>	<b>38</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>35</b>
Тема 5	Общие характеристики паровых котлов	10				10
Тема 6	Компоновка и тепловая схема парового котла	18	1		2	15
Тема 7	Гидродинамика паровых котлов	10				10
<b>Раздел 3</b>	<b>Водоподготовка</b>	<b>10</b>				<b>10</b>
Тема 8	Водоподготовка. обработка теплоносителя	10				10
<b>Раздел 4</b>	<b>Теплообменники в котловой технике</b>	<b>11</b>			<b>1</b>	<b>10</b>
Тема 9	Теплообменники в котловой технике	11			1	10
<b>Раздел 5</b>	<b>Водогрейные котлы</b>	<b>10</b>				<b>10</b>
Тема 10	Водогрейные котлы	10				10

На промежуточную аттестацию отводится 9 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Развитие котельной техники. Основные виды котельной техники. Генерация теплоты, уровни трансформации теплоты.
Тема 2	Энергетическое топливо. Топочные процессы.
Тема 3	Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.
Тема 4	Тепловой баланс котла.
Тема 5	Общие характеристики паровых котлов.
Тема 6	Компоновка и тепловая схема парового котла.
Тема 7	Гидродинамика паровых котлов. Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабан-ных котлов. Парообразующие поверхности нагрева.
Тема 8	Водоподготовка. обработка теплоносителя. основные виды примесей, влияющие на работу котла. Предварительная очистка воды, виды очисток, Фильтры. Натрий катионирование.
Тема 9	Типы перегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.
Тема 10	Водогрейные котлы. Классификация. Особенности конструкции.

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

### **Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Амерханов Р. А., Бессараб А. С., Драганов Б. Х., Рудобашта С. П., Шишко Г. Г. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства: Учеб., ред. Драганов Б. Х. - Москва: Колос-Пресс, 2002. - 418 с. (24 экз.)
2. Амерханов Р. А., Драганов Б. Х. Проектирование систем теплоснабжения сельского хозяйства: Учеб. для вузов, ред. Драганов Б. Х. - Краснодар: , 2001. - 197 с. (13 экз.)
3. Липов Ю. М., Третьяков Ю. М. Котельные установки и парогенераторы: учебник для студ. спец. 1005 "Тепловые и электрические станции", - Издание Изд. 2-е, испр. - Москва: Ин-т компьютерных технологий - 591 с. (40 экз.)

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Шестой семестр (63 ч.)**

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (23 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (20 ч.)

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

Вид СРС: Разно-уровневые задачи и задания (выполнение) (20 ч.)

Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (125 ч.)**

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (45 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (45 ч.)

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

Вид СРС: Разно-уровневые задачи и задания (выполнение) (35 ч.)

Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

## **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

1 Расчет тепловой схемы производственно-отопительной котельной населенного пункта.

## **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	3 курс,  Шестой семестр	Экзамен	Раздел 1: Организация процесса сжигания топлива.
УК-1	3 курс,  Шестой семестр	Экзамен	Раздел 2: Паровые котлы.
ПК-2	3 курс,  Шестой семестр	Экзамен	Раздел 3: Водоподготовка.
УК-1	3 курс,  Шестой семестр	Экзамен	Раздел 4: Теплообменники в котловой технике.
УК-1	3 курс,  Шестой семестр	Экзамен	Раздел 5: Водогрейные котлы.

### **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 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.

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.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Организация процесса сжигания топлива

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. 1. Источники тепловой энергии. Энергетические ресурсы.
2. 2. Топливо. Основные определения, классификация. Органическое топливо. Общие положения, физические свойства. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
3. 3. Теплота сгорания топлива. Состав топлива. Зольность, влажность, сернистость топлива. Рабочая, сухая, горючая масса топлива.
4. 4. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
5. 5. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
6. 6. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
7. 7. Состав продуктов сгорания.
8. 8. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
9. 9. Энтальпия продуктов сгорания.
10. 10. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.
11. 11. Действительный объем продуктов сгорания.
12. 12. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. H-t диаграмма продуктов сгорания.
13. 13. Методы и способы получения тепловой энергии.
14. 14. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.

Раздел 2: Паровые котлы

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. 1. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
2. 2. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
3. 3. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
4. 4. Состав продуктов сгорания.
5. 5. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
6. 6. Энтальпия продуктов сгорания.
7. 7. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.
8. 8. Действительный объем продуктов сгорания.
9. 9. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. Н-т диаграмма продуктов сгорания.
10. 10. Методы и способы получения тепловой энергии.
11. 11. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.
12. 12. Классификация котельных установок.
13. 13. Классификация котельных агрегатов.

#### Раздел 3: Водоподготовка

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. 1. Химическая очистка воды. Осветление воды. Умягчение воды.
2. 2. Деаэрация. Атмосферные деаэраторы. Вакуумные деаэраторы.
3. 3. Тепловая мощность, затрачиваемая на собственные нужды котельных.
4. 4. Выбор основного оборудования котельной.
5. 5. Тепловая схема паровой котельной.
6. 6. Основы методики расчета тепловой схемы паровой котельной. Подбор вспомогательного оборудования.

#### Раздел 4: Теплообменники в котловой технике

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. 1. Топочные и горелочные устройства.
2. 2. Топливное хозяйство котельных.
3. 3. Основы методики расчета основных характеристик топочных устройств и располагаемой теплоты топлива
4. 4. Испарительная поверхность котельного агрегата.
5. 5. Организация процесса циркуляции.
6. 6. Естественная циркуляция, принудительная циркуляция, прямоточные котлы.
7. 7. Сепарационные устройства.
8. 8. Назначение пароперегревателей. Прямоточные, противоточные и смешанные пароперегреватели.
9. 9. Поддержание требуемого перегрева пара.
10. 10. Основы методики расчета пароперегревателей.
11. 11. Назначение экономайзеров.
12. 12. Кипящие и не кипящие экономайзеры.
13. 13. Основы расчета экономайзеров.
14. 14. Назначение воздухоподогревателей.

15. 15. Компоновка воздухоподогревателя.
16. 16. Рекуперативные воздухоподогреватели.
17. 17. Регенеративные воздухоподогреватели.
18. 18. Основы методики расчета экономайзеров.
19. 19. Процессы, происходящие в пароперегревателях.

#### Раздел 5: Водогрейные котлы

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. 1. Классификация водогрейных котлов.
2. 2. Тепловая схема водогрейной котельной.
3. 3. Основы методики расчета тепловой схемы водогрейной котельной.

#### 8.4. Вопросы промежуточной аттестации

##### Шестой семестр (Экзамен, ПК-2, УК-1)

1. 1. Источники тепловой энергии. Энергетические ресурсы.
2. 2. Топливо. Основные определения, классификация. Органическое топливо. Общие положения, физические свойства. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
3. 3. Теплота сгорания топлива. Состав топлива. Зольность, влажность, сернистость топлива. Рабочая, сухая, горючая масса топлива.
4. 4. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
5. 5. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
6. 6. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
7. 7. Состав продуктов сгорания.
8. 8. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
9. 9. Энтальпия продуктов сгорания.
10. 10. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.
11. 11. Действительный объем продуктов сгорания.
12. 12. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. H-t диаграмма продуктов сгорания.
13. 13. Методы и способы получения тепловой энергии.
14. 14. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.
15. 15. Классификация котельных установок.
16. 16. Классификация котельных агрегатов.
17. 17. Тепловой баланс котельного агрегата.
18. 18. Топочные и горелочные устройства.
19. 19. Топливное хозяйство котельных.
20. 20. Основы методики расчета основных характеристик топочных устройств и располагаемой теплоты топлива
21. 21. Испарительная поверхность котельного агрегата.
22. 22. Организация процесса циркуляции.
23. 23. Естественная циркуляция, принудительная циркуляция, прямоточные котлы.
24. 24. Сепарационные устройства.
25. 25. Назначение пароперегревателей. Прямоточные, противоточные и смешанные пароперегреватели.
26. 26. Поддержание требуемого перегрева пара.
27. 27. Основы методики расчета пароперегревателей.
28. 28. Назначение экономайзеров.

29. 29. Кипящие и не кипящие экономайзеры.
30. 30. Основы расчета экономайзеров.
31. 31. Назначение воздухоподогревателей.
32. 32. Компоновка воздухоподогревателя.
33. 33. Рекуперативные воздухоподогреватели.
34. 34. Регенеративные воздухоподогреватели.
35. 35. Основы методики расчета экономайзеров.
36. 36. Процессы, происходящие в пароперегревателях.
37. 37. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева.
38. 38. Износ поверхностей нагрева под действием золы.
39. 39. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов.
40. 40. Основы методики расчета низкотемпературной коррозии и износа поверхностей нагрева со стороны греющих газов.
41. 41. Каркас паровых и водогрейных котлов.
42. 42. Назначение и конструкция обмуровок. Обмуровочные материалы. Тепловая изоляция.
43. 43. Условия работы элементов котла.
44. 44. Условия работы металла в котле.
45. 45. Основные материалы, применяемые в котлостроении, их механические характеристики.
46. 46. Контрольно-измерительные приборы и арматура.
47. 47. Вспомогательное оборудование котельных. Подбор вспомогательного оборудования.
48. 48. Тягодутьевые устройства. Вентиляторы. Дымососы. Дымовые трубы
49. 49. Химическая очистка воды. Осветление воды. Умягчение воды.
50. 50. Деаэрация. Атмосферные деаэраторы. Вакуумные деаэраторы.
51. 51. Тепловая мощность, затрачиваемая на собственные нужды котельных.
52. 52. Выбор основного оборудования котельной.
53. 53. Тепловая схема паровой котельной.
54. 54. Основы методики расчета тепловой схемы паровой котельной. Подбор вспомогательного оборудования.
55. 55. Тепловая схема водогрейной котельной.
56. 56. Основы методики расчета тепловой схемы водогрейной котельной.

#### **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. Липов Ю. М., Третьяков Ю. М. Котельные установки и парогенераторы: учебник для студ. спец. 1005 "Тепловые и электрические станции", - Издание Изд. 2-е, испр. - Москва: Ин-т компьютерных технологий - 591 с. (40 экз.)

2. Амерханов Р. А., Бессараб А. С., Драганов Б. Х., Рудобашта С. П., Шишко Г. Г. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства: Учеб., ред. Драганов Б. Х. - Москва: Колос-Пресс, 2002. - 418 с. (24 экз.)

#### **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> - ЭБС «Руконт»
4. <http://ebs.rgazu.ru> - ЭБС AgriLib
5. <http://docs.cntd.ru/> - Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
6. <http://www.consultant.ru/> - Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»
7. <https://e.lanbook.com> - ЭБС «Лань»
8. <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 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"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <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"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <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. 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> <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"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>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.</p>

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 так же 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 № 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, компьютерами с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть университета
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 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.