

# МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Арктический государственный агротехнологический университет»

Кафедра Энергообеспечение в АПК

Регистрационный номер № 7-10/ТТ-23-28

## Котельные установки и теплогенераторы РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Закреплена за кафедрой **Энергообеспечение в АПК**  
Учебный план b130301\_23\_1\_ТТ.plx.plx  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость/зет **9 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 324  
в том числе:  
аудиторные занятия 144  
самостоятельная работа 153

Виды контроля в семестрах:

экзамены 7  
зачеты 6  
курсовые работы 7

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого
	уп	рп	уп	рп	
Неделя	19 5/6		15 2/6		
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	рп
Лекции	40	40	14	14	54
Практические	60	60	30	30	90
Контактная работа во время экзамена			0,3	0,3	0,3
В том числе в форме практ.подготовки	4	4			4
Итого ауд.	100	100	44	44	144
Контактная работа	100	100	44,3	44,3	144,3

Сам. работа	116	116	37	37	153
Часы на контроль			26,7	26,7	26,7
Итого	216	216	108	108	324

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составлена на основании учебного плана 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного ученым советом вуза от 10.04.2023г. протокол №6.

Разработчик (и) РПД: К.п.ч., доцент, Мамиев Умис Геннадьевич  
степень, звание, фамилия, имя, отчество

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры ЭО в АПК

Зав. кафедрой Яков / Яковлева В.В.  
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания кафедры № 14 от « 17 » мая 20 23 г.

Зав. профилирующей кафедрой Яков / Яковлева В.Д.  
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания кафедры № 14 от « 17 » мая 20 23 г.

Председатель МК факультета Парникова Т.А.  
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания МК факультета № 5 от « 19 » мая 20 23 г.

Декан факультета Александр Н.П.  
подпись фамилия, имя, отчество

« 23 » мая 20 23 г.

## Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Энергообеспечение в АПК**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Яковлева В.Д.

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Энергообеспечение в АПК**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Яковлева В.Д.

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Энергообеспечение в АПК**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Яковлева В.Д.

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Энергообеспечение в АПК**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Яковлева В.Д.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель дисциплины «Котельные установки и теплогенераторы» – формирование у обучающихся системы компетенций, направленных на формирование знаний о типах и конструкциях энергетических котлов ТЭС и парогенераторов АЭС, об организации сжигания органических топлив в топках котлов, о теплофизических и гидрогазодинамических процессах, протекающих в газозоудушном и пароводяном трактах котельной установки, об условиях работы поверхностей нагрева.

Задачи дисциплины:

- приобретение навыков по конструированию котлов, выполнению тепловых, гидравлических, аэродинамических и прочностных расчетов при условии обеспечения заданных характеристик: производительности, параметров рабочих сред, надежности и экономичности работы котла и вспомогательного
- изучение технологии производства пара на ТЭС и АЭС, конструкции и принципа работы паровых котлов и парогенераторов, их элементов, а также всех вспомогательных механизмов;
- овладение навыками управления процессами, обеспечивающими безаварийную и экономичную работу котельных установок и парогенераторов.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**Формируемые компетенции:**

**ПК-1 Способен к разработке технологических схем теплоэнергетического производства, тепловых сетей и систем теплоснабжения**

**ИД-1: Использует номенклатуру оборудования систем теплоснабжения, тепловых сетей, их устройство, технические характеристики, условные обозначения на схемах, методы монтажа, регулировки, наладки и ремонта**

**Знать:**

Номенклатуру основного оборудования систем теплоснабжения, тепловых сетей, принципиальные схемы их устройства, основные технические характеристики

**Уметь:**

определять типы основного оборудования систем теплоснабжения, тепловых сетей, их условные обозначения на схемах

**Владеть:**

навыками определения характеристик простейших технологических схем теплоэнергетического производства

**ИД-2: Проводит анализ и осуществляет подбор оборудования технологических схем теплоэнергетического производства и систем теплоснабжения, графически представлять информацию разрабатываемых технологических схем**

**Знать:**

основные методы сравнительного анализа технологических схем теплоэнергетического производства и систем теплоснабжения

**Уметь:**

производить расчет эффективности работы основного оборудования систем теплоснабжения, надежности технических систем

**Владеть:**

аналитическими навыками исследования простейших технологических схем теплоэнергетического производства

**ИД-3: Выполняет проекты различных технологических схем, разработки технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта теплоэнергетического оборудования, выполнения**

**Знать:**

общую технологию теплоэнергетического производства, основные виды и типы технологических схем

**Уметь:**

осуществлять подбор основного оборудования технологических схем теплоэнергетического производства

**Владеть:**

Навыками проектирования простейших технологических схем теплоэнергетического производства
<b>ПК-4 Способен планировать, организовывать и управлять процессом эксплуатации котлов, трубопроводов и оборудования тепловых сетей</b>
<b>ИД-1: применяет требования нормативных документов по эксплуатации оборудования и сооружений тепловых сетей, котлового оборудования, основы менеджмента энергетического</b>
<b>Знать:</b>
правила технической эксплуатации основного теплоэнергетического оборудования, типовых тепловых энергоустановок и тепловых сетей, котлового оборудования
<b>Уметь:</b>
Анализировать состояние теплоэнергетического производства по соблюдению требований и правил
<b>Владеть:</b>
Навыки технической эксплуатации теплоэнергетического оборудования, тепловых энергоустановок, тепловых сетей, котлового оборудования
<b>ИД-2: разрабатывает инструкции с учетом специфики производства по эксплуатации оборудования, планы-графики проведения работ по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту</b>
<b>Знать:</b>
виды и типы технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта основного теплоэнергетического оборудования
<b>Уметь:</b>
осуществлять выбор методов монтажа, регулировки, наладки и ремонта и применять их при выполнении поставленной производственной задачи
<b>Владеть:</b>
Навыками разработки технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта типового теплоэнергетического оборудования

<b>ИД-3: Разрабатывает проекты текущих и перспективных планов работы, владеет методами управления трудовым коллективом в процессе выполнения производственных задач</b>
<b>Знать:</b>
виды и типы технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта теплоэнергетического оборудования, требования к их составлению
<b>Уметь:</b>
осуществлять выбор методов монтажа, регулировки, наладки и ремонта и применять их при выполнении комплекса производственных задач
<b>Владеть:</b>
Навыками разработки технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта теплоэнергетического оборудования
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</b>

<b>2.1 Знать:</b>
2.1.1 - основные термины, определения и понятия (применительно к котельного оборудованию предприятий); - основные типы и конструкции котельного оборудования предприятий и области их применения; - основные физико-химические процессы протекающих в элементах котельного оборудования, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания; - основные теплоносители применяемые в котельного оборудовании, их свойства и характеристики;
<b>2.2 Уметь:</b>
2.2.1 - использовать при изучении рассматриваемого курса знания, полученные при изучении общеобразовательных и общетехнических дисциплин; читать чертежи и схемы, выполнять технические изображения в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД; - производить расчет основных характеристик котельного оборудования; - проводить подбор котельного оборудования, выпускаемого отечественными и зарубежными предприятиями, в соответствии с его функциональным
<b>2.3 Владеть:</b>
2.3.1 - терминологией в области котельного оборудования предприятий; - навыками поиска информации о свойствах теплоносителей, используемых в котельного оборудовании; - информацией о технических параметрах котельного оборудования, входящего в состав энергетических и технологических установок; - навыками расчета переноса теплоты графо- аналитическими методами;

<b>3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
<b>3.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
3.1.1	Физика
3.1.2	Введение в специальность
3.1.3	Физика
3.1.4	Введение в специальность
<b>3.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
3.2.1	Производственная практика: эксплуатационная практика
3.2.2	Тепломассообменное оборудование предприятий
3.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
3.2.4	Преддипломная практика
3.2.5	Производственная практика: эксплуатационная практика
3.2.6	Тепломассообменное оборудование предприятий
3.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
3.2.8	Преддипломная практика

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>6 (3.2)</b>	<b>7 (4.1)</b>	Итого
---	----------------	----------------	-------

Неделя	19 5/6		15 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	40	40	14	14	54	54
Практические	60	60	30	30	90	90
Контактная работа во время экзамена			0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе в форме практ.подготовки	4	4			4	4
Итого ауд.	100	100	44	44	144	144
Контактная работа	100	100	44,3	44,3	144,3	144,3
Сам. работа	116	116	37	37	153	153
Часы на контроль			26,7	26,7	26,7	26,7
Итого	216	216	108	108	324	324

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	в том числе часы по практической подготовке (при наличии в
	<b>Раздел 1.Введение. Основные виды и классификация котельных установок. Общая</b>					
1.1	Развитие котлостроения в России. Становление котлостроения в СССР, научно-исследовательские институты и котлостроительные заводы. Общая характеристика современных котельных установок. Классификация котлов по основным признакам. Технологическая схема парового котла. Место и роль котлов на промышленных предприятиях, в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций. Источники теплоты котельных установок. Характеристики органического топлива. Подготовка топлива к сжиганию. Механизмы горения органического топлива, продукты сгорания. Материальный и тепловой балансы котельных установок при сжигании газового,	6	10	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
1.2	Классификация, общие характеристики и особенности конструкции котлов различного назначения /Пр/	6	16	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	



1.3	Темы для написания рефератов /Ср/	6	24	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
	<b>Раздел 2.Конструкции котлов</b>					
2.1	Основные элементы котельного агрегата. Каркас и обмуровка котла. Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла. Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт, методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией; водогрейные и пароводогрейные котлы; котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с не водяными теплоносителями; котлы на отходящих газах, особенности выполнения; котлы, использующие теплоту технологического продукта; котлы утилизационного типа для парогазовых установок, особенности конструкции и расчета	6	10	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
2.2	Расчет теплового баланса и расхода топлива действующего парового котла /Пр/	6	18	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	
2.3	Вопросы для самостоятельного изучения /Ср/	6	26	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
	<b>Раздел 3.Тепловые расчеты котла</b>					

3.1	Условия работы поверхностей нагрева, процессы с газовой стороны поверхностей нагрева, температурный режим поверхностей нагрева. Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания твердого, жидкого, газообразного топлив, производственных отходов. Принцип конструирования и тепловой расчет топочных камер котла. Принцип конструирования котельного агрегата. Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания топлива. Тепловой поверочный расчет котла, тепловые поверочные расчеты топки,	6	10	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
3.2	Энергетическая оценка эффективности участков поверхности нагрева энергетического котла: прямоточного, с естественной циркуляцией /Пр/	6	18	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
3.3	Вопросы для самостоятельного изучения /Ср/	6	51	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
<b>Раздел 4.Аэродинамический расчет котельной установки</b>						
4.1	Аэродинамика топки. Аэродинамика котельной установки. Особенности аэродинамики котлов с уравновешенной тягой, под наддувом, высоконапорных. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных вредных примесей и конструкция элементов системы очистки. Аэродинамические расчеты	6	10	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
4.2	Расчет теплоты сгорания различных видов топлива /Пр/	6	8	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	

4.3	Вопросы для самостоятельного изучения /Ср/	6	15	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
	<b>Раздел 5.Водопаровой тракт котла</b>					
5.1	Водные режимы паровых котлов. Требования к качеству пара и питательной воды. Внутрикотловая гидродинамика. Обеспечение надежной гидродинамики в котельных агрегатах с естественной циркуляцией и принудительным движением воды и пароводяной смеси. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Тепловые расчеты воздухоподогревателя, экономайзера, пароперегревателя и температурного режима поверхностей нагрева. Теплогидравлическая разверка и гидродинамика рабочей среды в поверхностях нагрева. Критерии надежности работы испарительных	7	4	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
5.2	Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания топлива /Пр/	7	6	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
5.3	Вопросы для самостоятельного изучения /Ср/	7	9	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
	<b>Раздел 6.Режимы работы котлов</b>					
6.1	Статические характеристики котлов. Нестационарные процессы в паровых котлах. Пиковый и полупиковый режимы работы котлов. Динамические характеристики котла и пароперегревателя. Статические характеристики котлов. Нестационарные процессы в паровых котлах. Пиковый и полупиковый режимы работы котлов. Динамические	7	4	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	

6.2	Расчетные оценки характеристик воздушного вентилятора и дымососа энергетического парового котла /Пр/	7	8	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
6.3	Вопросы для самостоятельного изучения /Ср/	7	8	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
<b>Раздел 7.Эксплуатация котельных установок</b>						
7.1	Основные положения эксплуатации: пуск, обслуживание котла во время работы и останов котла; обеспечении надежности эксплуатации. Организация ремонтов. Теплотехнические испытания котельных установок: виды испытаний, требования к ним, методика проведения испытаний. Определение основных характеристик работы котлов по результатам испытаний. Режимные карты котлов. Эксплуатационные режимы и показатели. Допустимые скорости сброса и наброса давления в барабанном паровом котле. Стационарные режимы эксплуатации котлов. Нестационарные режимы работы в диапазоне допустимых нагрузок. Пусковые схемы блоков с барабанным и прямоточным котлом. Скользящие параметры. Схемы с выносным и встроенным сепараторами, достоинства и недостатки. Встроенная задвижка, ее назначение. Режимы останова и сброса нагрузки котла. Режимы растопки котла и пуска блока из различных тепловых состояний. Предпусковая промывка энергоблока. Директивные	7	4	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
7.2	Расчетная оценка тепловых потоков и температурного режима поверхности нагрева пароперегревателя парового котла /Пр/	7	8	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	

7.3	Изучение литературы для подготовки к практическому занятию. Работа с рекомендованными источниками /Ср/	7	10	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
<b>Раздел 8. Парогенераторы атомных электростанций</b>						
8.1	Парогенератор в тепловой схеме АЭС. Классификация парогенераторов АЭС и их особенности. Общая характеристика парогенераторов АЭС. Место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов АЭС. Конструкции парогенераторов. Эксплуатация парогенераторов АЭС. Генерация пара в одноконтурных АЭС. Вода, жидкий металл и газ как греющие среды парогенераторов. Горизонтальный и вертикальный парогенераторы двухконтурных схем АЭС. Особенности водного режима АЭС. Значение котельной установки как сложнейшего теплоэнергетического сооружения в обеспечении надежной работы блоков тепловых электростанций. Анализ современного состояния и тенденции развития котлостроения. Основные экономические показатели строительства, эксплуатации и	7	2	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	
8.2	Эксплуатационные характеристики и режимы работы котлов /Пр/	7	8	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	
8.3	Вопросы для самостоятельного изучения /Ср/	7	10	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	

8.4	экзамен /КЭ/	7	0,3	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-3ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.2 Л2.3	
-----	--------------	---	-----	--	-----------------------------	--

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации прилагается к рабочей программе дисциплины в приложении №1.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год
	Авторы,	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Жихар Г. И.	Котельные установки тепловых электростанций	Минск: Вышэйшая школа; Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/75127">https://e.lanbook.com/book/75127</a> , 2015
Л1.2	Шульман В. Л., Рыжков А. Ф., Богатова Т. Ф., Микула В. А., Левин Е. И., Осипов П. В., Берг Б. В.	Общая энергетика: развитие топочных технологий в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт; Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/492615">https://urait.ru/bcode/492615</a> , 2022
Л1.3	Шульман В. Л., Рыжков А. Ф., Богатова Т. Ф., Микула В. А., Левин Е. И., Осипов П. В., Берг Б. В.	Общая энергетика: развитие топочных технологий в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт; Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/492613">https://urait.ru/bcode/492613</a> , 2022

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год
Л2.1		Учебное пособие по дисциплине "Котельные установки и парогенераторы" для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 - "Теплоэнергетика и теплотехника" очной и заочной форм обучения	Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ; Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/137667">https://e.lanbook.com/book/137667</a> , 2018
Л2.2	Быстрицкий Г. Ф., Киреева Э. А.	Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 1: справочник для вузов	Москва: Юрайт; Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/514407">https://urait.ru/bcode/514407</a> , 2023
Л2.3	Быстрицкий Г. Ф., Киреева Э. А.	Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 2: справочник для вузов	Москва: Юрайт; Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/514433">https://urait.ru/bcode/514433</a> , 2023

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Электронная - библиотечная система издательства «Лань» - <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Электронный ресурс издательства «ЮРАЙТ» - <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

### 7.3. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

7.3.1	LIBREOFFICE
7.3.2	Windows 7

<b>7.4. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>	
7.4.1	Справочно-правовая система Консультант Плюс, версия Проф
7.4.2	Информационно-правовой портал «Гарант» компании
7.4.3	Федеральный портал "Российское образование"
<b>8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ</b> (перечень учебных помещений, оснащенных оборудованием и техническими средствами обучения)	
<p>Ауд. № 3.201 Лаборатория теплотехники и гидравлики Учебная аудитория для занятий семинарского типа, лабораторно-практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы. Оборудование: 1) Комплект учебно-лабораторного оборудования «Датчики расхода, давления и температуры в системе ЖКХ» /производитель ООО «Производственное объединение «Зарница» г. Казань, 2018 г.в./ - 1 комплект; 2) Комплект учебно-лабораторного оборудования «Теплотехника-термодинамика» /производитель ООО «Производственное объединение «Зарница» г. Казань, 2020 г.в./ - 1 комплект; 3) Измеритель теплопроводности МИТ- 1шт 4) Пирометр DIT-130- 1шт. 5) Тепловизор FLIR E60 – 1 шт. 6) Портативный цифровой измеритель температуры ИТ-17К- 1шт 7) Комплект измерительный – шкаф контроля микроклимата ШКПУ-1- 1шт 8) Комплект измерительный IBDL Ревизор iBDLR-#- 1шт Учебная мебель: столы учебные 2-х местные (парта); стол преподавательский; доска; стулья ученические. Ауд. № 2.114 Мультимедийный зал научной библиотеки с выходом в интернет. Помещение для выполнения самостоятельной работы и курсового проектирования. Оборудование: ПК Системный блок Corequad q6600, 4gb ram, 160gb; монитор benq g900wa; ПК Системный блок Deponeon core2duo e8300, 2gb ram, hdd 160gb; монитор lg w1934s; Тонкий клиент Eltex tc-50; Учебная мебель: Компьютерные столы; Стулья ученические; Программное обеспечение: Calculate Linux, GNU General Public License; Libreoffice Открытое лицензионное соглашение GNUGeneralPublicLicense</p>	
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	
Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Котельные установки и теплогенераторы» для студентов заочного обучения, обучающихся по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.	
<b>10. ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	
<p>10.1.Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю). 10.2.Методические указания по выполнению практических работ. 10.3.Методические указания по выполнению курсовой работы</p>	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ)  
Инженерный факультет  
Кафедра Энергообеспечение в АПК

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Дисциплина (модуль): **Б1.В.02 Котельные установки и теплогенераторы**

Направление подготовки: **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность (профиль) образовательной программы: **Энергетика теплотехнологии**

Квалификация выпускника: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Общая трудоемкость / 252 /73ЕТ

Якутск 2023



Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации/Министра образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143.

Разработчик(и) программы к.п.н., доцент, Михаил Чингис Генюевыч  
(степень, звание, фамилия, имя, отчество)

Зав. кафедрой разработчика программы Яковлева В.Д. /Яковлева В.Д./  
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания кафедры № 14 от «17» мар 2023 г.

Зав.профилирующей кафедрой Яковлева В.Д. /Яковлева В.Д./  
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания кафедры № 14 от «17» мар 2023 г.

Председатель МК факультета Парникова Т.А. /Парникова Т.А./  
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания МК факультета № 5 от «19» мар 2023 г.

Декан факультета Александров Н.П. /Александров Н.П./  
подпись фамилия, имя, отчество

«23» мар 2023 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ И ИНДИКАТОРОВ ДОСТИЖЕНИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3
Производственно-технологический	ПК-1 Способен к разработке технологических схем теплоэнергетического производства	ИД-1ПК-1: Демонстрирует знания номенклатуры оборудования систем теплоснабжения, тепловых сетей
		ИД-2ПК-1: Определяет эффективность технологических схем теплоэнергетического производства
		ИД-3ПК-1: Определяет технологическую последовательность теплоэнергетического производства
	ПК-4 Способен планировать, организовывать и управлять процессом эксплуатации котлов, трубопроводов и оборудования тепловых сетей	ИД-1 ПК-4: применяет требования нормативных документов по эксплуатации оборудования и сооружений тепловых сетей, котлового оборудования, основы менеджмента энергетического производства в профессиональной деятельности
		ИД-2 ПК-4: разрабатывает инструкции с учетом специфики производства по эксплуатации оборудования, планы-графики проведения работ по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту оборудования
		ИД-3 ПК-4: Разрабатывает проекты текущих и перспективных планов работы, владеет методами управления трудовым коллективом в процессе выполнения производственных задач

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) И ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	Процедура оценивания компетенций (формы контроля)
2	3		
ПК-1	ИД-1ПК-1	<b>Знать:</b> номенклатуру оборудования систем теплоснабжения, тепловых сетей, их устройство, технические характеристики, способы применения высокотехнологического оборудования <b>Уметь:</b> Определять типы оборудования систем теплоснабжения, тепловых сетей, возможность их замещения на высокотехнологичные аналоги, условные обозначения на схемах <b>Владеть:</b> навыками определения характеристик сложных технологических схем теплоэнергетического производства	<b>Текущий контроль:</b> <i>Тестирование</i> <i>Задачи</i> <b>Промежуточная аттестация:</b> <i>Зачет</i> <i>Экзамен</i>
	ИД-2ПК-1	<b>Знать:</b> методы сравнительного анализа технологических схем теплоэнергетического производства и систем теплоснабжения на основе применения цифровых технологий <b>Уметь:</b> производить расчет эффективности работы оборудования систем теплоснабжения, надежности технических систем с применением цифровых технологий <b>Владеть:</b> аналитическими навыками исследования сложных схем технологических теплоэнергетического производства	
	ИД-3ПК-1	<b>Знать:</b> технологию современного теплоэнергетического производства, виды и типы сложных технологических схем <b>Уметь:</b> осуществлять подбор оборудования сложных	

		технологических схем теплоэнергетического производства <b>Владеть:</b> Навыками проектирования сложных технологических схем теплоэнергетического производства с применением цифровых технологий	
ПК -4	ИД-1 ПК -4	<b>Знать:</b> правила технической эксплуатации теплоэнергетического оборудования, типовых и высокотехнологического тепловых энергоустановок и тепловых сетей, котлового оборудования <b>Уметь:</b> Анализировать состояние теплоэнергетического производства по соблюдению требований и правил технической эксплуатации типового и высокотехнологичного оборудования <b>Владеть:</b> Навыки технической эксплуатации теплоэнергетического оборудования, тепловых энергоустановок и тепловых сетей, котлового оборудования	
	ИД-2 ПК -4	<b>Знать:</b> виды и типы технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта основного теплоэнергетического оборудования <b>Уметь:</b> осуществлять выбор методов монтажа, регулировки, наладки и ремонта и применять их при выполнении поставленной производственной задачи <b>Владеть:</b> Навыками разработки технологических карт монтажа, регулировки, наладки и ремонта типового теплоэнергетического оборудования	
	ИД-3 ПК-4	<b>Знать:</b> Основные принципы планирования и методы управления трудовым коллективом, методику разработки должностных инструкций <b>Уметь:</b> Составлять план производственной деятельности предприятия теплоэнергетики, распределять функциональные обязанности между членами трудового коллектива в рамках выполнения поставленной производственной задачи <b>Владеть:</b> Навыками общего планирования производственной деятельности, разработки должностных инструкций	

### 3. ОПИСАНИЕ КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Уровни освоения	Критерии оценивания	Шкала оценивания результатов
Не освоены	студент имеет разрозненные и несистематизированные знания учебного материала, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении основных понятий, искажает их смысл, не может самостоятельно излагать материал. студент демонстрирует выполнение практических навыков и	0 – 60 Неудовлетворительно (Не зачтено)

	умений с грубыми ошибками.	
Уровень 1	студент освоил основные положения темы учебного занятия, однако при изложении учебного материала допускает неточности, излагает его неполно и непоследовательно, для изложения нуждается в наводящих вопросах со стороны преподавателя, испытывает сложности с обоснованием высказанных суждений студент владеет лишь некоторыми практическими навыками умениями.	61 – 75 Удовлетворительно (Зачтено)
Уровень 2	студент освоил учебный материал в полном объеме, хорошо ориентируется в учебном материале, излагает материал в логической последовательности, однако при ответе допускает неточности. студент освоил полностью практические навыки и умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, однако допускает некоторые неточности.	76 - 85 Хорошо (Зачтено)
Уровень 3	студент показывает глубокие и полные знания учебного материала, при изложении не допускает неточностей и искажения фактов, излагает материал в логической последовательности, хорошо ориентируется в излагаемом материале, может дать обоснование высказываемым суждениям. студент освоил полностью практические навыки и умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины.	86 – 100 Отлично (Зачтено)

#### **4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И (ИЛИ) ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Перечень оцениваемых компетенций - ПК-1 (ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1) ПК-4 (ИД-1ПК-4, ИД-2ПК-4, ИД-3 ПК-4)

##### **4.1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ**

##### **ТЕСТЫ**

##### **Пример тестов (тестовых заданий)**

*Раздел 1. Основные виды и классификация котельных установок. Общая характеристика.*

1. На какой установке производится освобождение воды откислорода:

1. - в теплообменнике;
2. + в деаэраторе;
3. - в фильтре;
4. - в котле;

2. Паровые котлы какой производительности должны быть оборудованы установками для докотловой обработки воды:

1. + Паропроизводительностью 0,7 т\час и выше
2. - Паропроизводительностью 0,5 т\час
3. - С камерным сжиганием топлива паропроизводительностью 0,5 т\час
4. - Паропроизводительностью 1 т\час

3. На какую величину настраиваются предохранительные клапаны паровых котлов:

1. - На 15 % выше разрешенного
2. + На 10 % выше разрешенного
3. - На 10 % ниже разрешенного

4. Возможные причины возникновения гидравлического удара на работающем водогрейном котле:

1. - плохое качество сетевой воды;
2. - про падание тяги в топке;
3. + вскипание сетевой воды и образование паровых пузырьков

5. Суммарная пропускная способность устанавливаемых на паровом котле предохранительных устройств должна быть не менее:

1. - 0, 5 номинальной паропроизводительности котла
2. - Двух номинальных паропроизводительностей котла
3. + Номинальной паропроизводительности котла

**Ответы:**

1	2	3	4	5
2	1	2	3	3

### *Раздел 7. Эксплуатация котельных установок.*

1. При каком давлении котёл с рабочим давлением 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) должен быть немедленно остановлен:

1. - если давление поднялось до 1.03 МПа ( 10,3 кгс/см<sup>2</sup>)
2. - если давление поднялось до 1.05 МПа ( 10,5 кгс/см<sup>2</sup>)
3. - если давление поднялось до 1.1 МПа ( 11 кгс/см<sup>2</sup>)
4. + если давление поднялось выше 1.1 МПа ( 11 кгс/см<sup>2</sup>)

2. Температура наружной поверхности, с которой может соприкасаться персонал должна быть

1. - не менее 55 градусов С
2. + не более 55 градусов С
3. - не более 80 градусов С

3. Водогрейный котёл должен быть остановлен и отключен действием защит или персоналом в случае:

1. - снижение уровня воды ниже низшего допустимого;
2. - прекращения действия всех указателей уровня воды прямого действия;
3. + снижения расхода воды через водогрейный котёл ниже минимально допустимого значения;

4. Допустимая толщина отложений на наиболее теплонапряженных участках поверхности нагрева котла, паропроизводительностью менее 0,7 т/ч:

1. - 10 мм
2. + 0,5 мм
3. - 0,8 мм
4. - 15 мм

5. Паровой котёл должен быть остановлен и отключен действием защит или персоналом в случае:

1. - прекращении действия одного из двух указателей уровня воды прямого действия;
2. - снижения расхода воды через котёл;
3. + обнаружении неисправности предохранительного клапана;

**Ответы:**

1	2	3	4	5
4	2	3	2	3

Критерии оценивания:

A

$K = \frac{A}{P}$ ;

P

где K – коэффициент усвоения, A – число правильных ответов, P – общее число вопросов в тесте.

5 = 0,91-1

4 = 0,76-0,9

3 = 0,61-0,75

2 = 0,6

### Вопросы для устного опроса

#### Раздел 2. Конструкции котлов

1. Опишите развитие конструкций паровых котлов до внедрения высоких параметров пара.
2. Опишите развитие конструкций паровых котлов на высокие параметры пара.
3. Опишите основные элементы и компоновку пылеугольного котла на 420 т/ч (14 МПа), газомазутного котла на 480 т/ч (14 МПа).
4. Опишите основные элементы и компоновку пылеугольного и газомазутного котлов на 670 т/ч (14 МПа).
5. Какие котлы устанавливаются на современной ТЭС в зависимости от ее типа, мощности и режима работы?
6. Опишите особенности работы и конструкцию полупикового котла

#### Раздел 3. Тепловые расчеты котла

1. Что такое падающий тепловой поток? - эффективный тепловой поток?
2. Что такое коэффициент тепловой эффективности экрана?
3. Что такое угловой коэффициент экрана?
4. Что такое условный коэффициент загрязнения экранных труб?
5. Что такое лучевоспринимающая поверхность экрана и степень экранирования топки?
6. Что такое излучательная способность факела и как она изменяется в зависимости от вида топлива? - характеристик топлива?
7. Что такое коэффициент теплового излучения топочной камеры и как он влияет на тепловосприятие экранных поверхностей?

8. Как изменится тепловосприятие топки при увеличении избытка воздуха, подаваемого в топку? - расхода топлива?
9. Как изменится тепловосприятие топки при увеличении влажности топлива? - зольности? - выхода летучих? - теплоты сгорания топлива?
10. Напишите и поясните основные закономерности расчета теплообмена в топке.
11. Опишите последовательность конструктивного расчета топки.
12. Опишите порядок теплового поверочного расчета топки.
13. Как производится позонный расчет топки?

#### ***Раздел 4. Аэродинамический расчет котельной установки***

1. Поясните физический смысл самотяги. Как определяется самотяга воздушного тракта?
2. Как определяется самотяга газового тракта при естественной тяге? - при искусственной тяге?
3. Как создается искусственная тяга в котлах, работающих под разрежением? - под давлением?
4. Как производится регулирование производительности вентиляторов?

#### ***Раздел 5. Водопаровой тракт котла***

1. Какие требования предъявляются к питательной воде и пару барабанных котлов? - прямоточных котлов СКД? - парогенераторов АЭС?
2. Перечислите основные источники загрязнений водного теплоносителя и их состав.
3. Как сказывается загрязнение воды и пара на работе оборудования электростанции?
4. Перечислите загрязняющие вещества, содержащиеся в воде парового котла, и дайте их классификацию по растворимости.
5. Как влияют продукты коррозии конструкционных материалов на теплообмен и надежность поверхностей нагрева?
6. Как влияет растворимость примесей в рабочей среде СКД на отложения?

#### ***Раздел 6. Режимы работы котлов***

1. Чем отличается выпаривание водных растворов от испарения чистой воды?
2. Как изменяется коэффициент теплоотдачи от стенки кипящему раствору с повышением концентрации раствора?
3. Назовите основные методы выпаривания растворов.
4. Какие три вида депрессий приходится учитывать при расчете выпарной установки и какая из них имеет наибольшее значение?
5. Какие преимущества имеет применение вакуума в выпарной установке?
6. Для каких целей применяют выпарные установки с тепловыми насосами?
7. Какое значение имеет многоступенчатый принцип выпаривания?
8. Назовите источники вторичной теплоты в выпарных установках и пути ее использования.
9. Как определить располагаемую и полезную разности температур при тепловом расчете выпарной установки?

#### ***Раздел 8. Парогенераторы атомных электростанций***

1. Опишите особенности парогенераторов на водном теплоносителе.
2. Опишите особенности парогенераторов на газовом и жидкометаллическом теплоносителе

3. Опишите конструктивные особенности горизонтальных и вертикальных парогенераторов с естественной циркуляцией.
  4. Опишите работу вертикального прямоточного парогенератора.
  5. Опишите конструкцию горизонтального парогенератора для реактора типа ВВЭР.
- Изучение литературы для подготовки к практическому занятию

***Критерии оценивания:***

5 баллов – за правильное решение задачи, подробная аргументация своего решение, хорошее знание теоретических аспектов решения казуса, ответы на дополнительные вопросы по теме занятия.

4 балла- за правильное решение задачи, достаточная аргументация своего решение, хорошее знание теоретических аспектов решения казуса, частичные ответы на дополнительные вопросы по теме занятия.

3 балла – за частично правильное решение задачи, недостаточная аргументация своего решение, определённое знание теоретических аспектов решения казуса, частичные ответы на дополнительные вопросы по теме занятия.

2 балла – за неправильное решение задачи, отсутствие необходимых знаний, теоретических аспектов решения.

**Примерные темы рефератов**

1. Развитие котлостроения в России.
2. Становление котлостроения в СССР, научно-исследовательские институты и котлостроительные заводы.
3. Развитие параметров котлов в России и за рубежом.
4. Влияние вида и свойств топлив на конструкции котлов.
5. Задачи и содержание дисциплины, ее роль в формировании инженера-теплоэнергетика

***Критерии оценивания:***

Новизна текста:а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса: а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников: а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению: а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объему реферата.

«Отлично» - ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем,



соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

«Хорошо»– основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

«Удовлетворительно»– имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

«Неудовлетворительно»– тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат выпускником не представлен.

## 4.2. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

### Перечень вопросов к экзамену

1. Агрегатное состояние вещества.
2. Понятие о теплоносителе.
3. Основные сведения о теплоте и энергии.
4. Первое и второе начала термодинамики.
5. Вода, водяной пар и их свойства.
6. Паросиловые установки: назначение, устройство, принцип работы.
7. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.
8. Теплопередача через многослойную стенку.
9. Природное и искусственное топливо.
10. Состав твердого, жидкого и газообразного топлива.
11. Теплохимические характеристики топлива.
12. Классификация твердого и жидкого топлив.
13. Выход и состав продуктов полного сгорания топлива.
14. Условия полного сгорания топлива. Продукты полного и неполного сгорания топлива.
15. Контроль процесса сгорания топлива.
16. Оптимизация процесса сжигания топлива.
17. Общее уравнение теплового баланса котельного агрегата.
18. Полезно используемая теплота для производства пара.
19. Потери теплоты с уходящими газами.
20. Потери теплоты от химической неполноты сгорания.
21. Потери теплоты от механической неполноты сгорания.
22. Потери теплоты от наружного охлаждения.
23. Зависимость КПД котла от его нагрузки.
24. Основные сведения по сжиганию газообразного топлива.
25. Классификация газовых горелок.
26. Принципы сжигания газа.
27. Газовые горелки котлов.
28. Газоснабжение предприятий.
29. Газорегуляторные пункты и газорегуляторные установки.
30. Эксплуатация газорегуляторных установок.
31. Внутренние газопроводы.
32. Основные свойства мазута.
33. Механизм горения мазута.
34. Классификация и устройство форсунок для сжигания мазута.

35. Мазутное хозяйство тепловых электрических станций.
36. Классификация слоевых топок.
37. Характеристики процесса горения твердого топлива в плотном слое.
38. Топки для сжигания твердого топлива в слое.
39. Топки с кипящим слоем.
40. Особенности сжигания твердого топлива в пылевидном состоянии.
41. Технологическая схема пылеприготовления.
42. Физические свойства угольной пыли.
43. Схемы пылеприготовления.
44. Сушка топлива перед его сжиганием.
45. Мельницы для приготовления пыли.
46. Элементы систем пылеприготовления.
47. Классификация котельных агрегатов.
48. Паровые котлы.
49. Водогрейные котлы.
50. Парогазовые установки тепловых электрических станций.
51. Новые перспективные направления развития котельной техники малой и средней мощности.
52. Схемы подачи воздуха и удаления продуктов горения топлива.
53. Естественная и искусственная тяга.
54. Регулирование тяги. Причины нарушения тяги.
55. Устройство и принцип работы дутьевого вентилятора и дымососа.
56. Эксплуатация дымососов и вентиляторов.
57. Вредные примеси в продуктах горения.
58. Очистка продуктов горения от механических примесей.
59. Очистка продуктов горения от газообразных токсичных выбросов.
60. Выход и характеристики золь и шлаков.
61. Механическая система шлакозолоудаления.
62. Пневматическая система шлакозолоудаления.
63. Гидравлическая система шлакозолоудаления.
64. Абразивный износ поверхностей нагрева.
65. Коррозия поверхностей нагрева.
66. Коррозия металла внутренних поверхностей нагрева.
67. Загрязнение и очистка наружных поверхностей нагрева.
68. Физико-химические характеристики природной воды.
69. Влияние качества воды на работу котла.
70. Нормы качества питательной, сетевой, подпиточной котельной воды и пара.
71. Удаление механических примесей и коллоидных веществ из воды.
72. Методы умягчения воды.
73. Обессоливание воды.
74. Современные способы очистки воды.
75. Деаэрация воды. Атмосферные и вакуумные аэраторы.
76. Водно-химический режим и продувка парового котла.
77. Ступенчатое испарение воды.
78. Сепарация и промывка пара.
79. Контроль водно-химического режима котлов.
80. Центробежные насосы.
81. Паровые поршневые насосы.
82. Инжекторы.
83. Классификация арматуры котельного агрегата.
84. Запорная арматура.
85. Предохранительные клапаны.
86. Обратные и регулирующие клапаны.

87. Водоуказательные приборы.
88. Классификация трубопроводов.
89. Питательные трубопроводы.
90. Паропроводы.

**Критерии оценивания:**

«Отлично» - заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

«Хорошо» - заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

«Удовлетворительно» - заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

«Неудовлетворительно» - выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

Промежуточная аттестация проводится в конце 6 семестра и завершает изучение дисциплин: «Б1.В.09 Котельные установки и теплогенераторы», который проводится в устной или письменной формах, в форме контрольного тестирования.

*Возможен вариант, когда промежуточная аттестация проводится по результатам текущего контроля.*

Промежуточная аттестация заочной формы обучения включает выполнение контрольных работ.

Время выполнения заданий \_\_ месяц.

Проведение промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов проводится с использованием ИС VisualTestingStudio и Moodle(moodle.yasa.ru).

В соответствии с действующим Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования: бакалавриата, специалитета, магистратуры в ФГБОУ ВО Якутская ГСХА оценка знаний, умений и навыков осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы по 100-балльной шкале.

Для оценки результата сдачи студентом курсового экзамена и дифференцированного зачета используются отметки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Для оценки результата сдачи студентом курсового зачета используются отметки «зачтено» и «не зачтено».

Рейтинговый регламент устанавливает следующее соотношение между оценками в баллах и их числовыми эквивалентами. Перевод балльных оценок в академические отметки по экзаменационным дисциплинам производится по следующей шкале:

- От 86 до 100 баллов общего рейтинга - «отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

-От76 до 85 балла - «хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое;

- От 61 до 75 балла - «удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические компетенции в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, в них имеются ошибки;

- Менее 60 баллов - «неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

**5.1. Процедура оценивания – порядок действий при подготовке и проведении аттестационных испытаний и формировании оценки.**

**Справочная таблица процедур оценивания  
(с необходимым комплектом материалов и критериями оценивания)**

№ п/п	Процедуры оценивания	Краткая характеристика	Необходимое наличие материалов по оценочному средству в фонде	Критерии оценивания (примеры описания <sup>1</sup> )	Возможность формирования компетенции на каждом этапе		
					Знания	Навыки	Умения
1.	Конспект лекций (КЛек)	Посещение лекций и конспект позволяет формировать и оценивать умения студентов по переработке информации	Конспект лекций	<p><b>Критерии оценивания:</b> Посещение и ведение конспекта лекций: Записывать кратко, схематично, последовательно с фиксированием только основных положений, выводов, формулировок, обобщений. Помечать в конспекте важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначать вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, помечать и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практическом занятии. <i>max – 15 баллов</i> <i>Отлично:</i> 91% - 100%; <i>Хорошо:</i> 76% - 90%; <i>Удовлетворительно:</i> 61% - 75%); <i>Неудовлетворительно:</i> менее 60%</p>	+	+	+
2.	Тест (Т)	Система заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровней знаний и	Фонд тестовых заданий	<p><b>Критерии оценивания:</b> <i>max -15 баллов</i> <i>Отлично:</i> 91% - 100%; <i>Хорошо:</i> 76% - 90%; <i>Удовлетворительно:</i> 75% - 61%;</p>	+		

		умений обучающегося.		<p><b>Неудовлетворительно:</b> менее 60%.</p> $K = \frac{A}{P}; K - \text{коэффициент усвоения за один тест,}$ <p>A – Количество правильных ответов, P – общее число вопросов в тесте.</p> <p>5 = 0,91-1  4 = 0,76 -0,90  3 = 0,61 -0,75  2 = 0,60 и менее.</p>			
3.	Устный ответ (У) – сообщение по тематике практически занятий	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме ит.п.	Темы и вопросы для обсуждения.	<p>При оценке ответа студента надо руководствоваться следующими критериями, учитывать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) полноту и правильность ответа;</li> <li>2) степень осознанности, понимания изученного;</li> <li>3) языковое оформление ответа.</li> </ol> <p>Отметка "5" ставится, если студент:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;</li> <li>2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;</li> <li>3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.</li> </ol> <p>Отметка "4" ставится, если студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки "5", но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.</p> <p>Отметка "3" ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;</li> <li>2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;</li> <li>3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.</li> </ol> <p>Отметка "2" ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка "2" отмечает такие недостатки в подготовке ученика, которые являются серьёзным препятствием к успешному овладению последующим материалом.</p>	+		

4.	Контрольная работа (Кр)	Контрольная письменная работа является важнейшим элементом промежуточной аттестации по дисциплине. Целью выполнения контрольной работы является закрепление знаний, полученных на лекционных, семинарских и лабораторно-практических занятиях; углубление знаний путем использования дополнительной литературы и электронных ресурсов.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы (по вариантам). Образцы выполненных работ.	Самостоятельная письменная работа выполняется в течение семестра. <b>Критерии оценивания (Кр):</b> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма решения задач; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач; - соблюдения указанных требований к работе; - своевременность сдачи работы на проверку. Работа оценивается: <b>Отлично</b> - 100 -91 % <b>Хорошо</b> - 90-76 % <b>Удовлетворительно</b> - 75-61 % <b>Неудовлетворительно</b> – менее 60%. Работа не зачтена и возвращается на доработку.	+	+	+
5.	Зачет (З)	Курсовые экзамены по всей дисциплине или ее части преследуют цель оценить работу студента за курс (семестр), полученные теоретические знания, прочность их, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной	Вопросы для подготовки. Комплект экзаменационных билетов.	«Зачтено» - выставляется студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «зачтено» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. «Незачтено» - выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «незачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по	+	+	+

		работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.		соответствующей дисциплине.			
--	--	---	--	-----------------------------	--	--	--



### 1.2. Критерии сформированности компетенций по разделам (темам) содержания дисциплины

Код занятия	Наименование разделов и тем/вид занятия/	Компетенции	Процедура оценивания	Всего баллов	Не освоены	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
1.	Раздел 1. Общие научно-исследовательские принципы	ПК-1 ПК-4	У КЛек Т		0-7	7-9	9-10	10-12
2.	Раздел 2. Поисково-информационная работа	ПК-1 ПК-4	У КЛек		0-7	7-9	9-10	10-12
3.	Раздел 3. Работа с научными публикациями	ПК-1 ПК-4	У КЛек		0-7	7-9	9-10	11-12
4.	Раздел 4.Аэродинамический расчет котельной установки	ПК-1 ПК-4	У КЛек		0-7	8-9	9-11	11-12
5.	Раздел 5.Водопаровой тракт котла	ПК-1 ПК-4	У КЛек		0-8	8-9	10-11	11-13
6.	Раздел 6.Режимы работы котлов	ПК-1 ПК-4	У КЛек		0-8	8-10	10-11	11-13
7.	Раздел 7.Эксплуатация котельных установок	ПК-1 ПК-4	У КЛек Т		0-8	8-10	10-11	11-13
8.	Раздел 8.Парогенераторы атомных электростанций	ПК-1 ПК-4	У КЛек		0-8	8-10	10-11	11-13
	Экзамен	ПК-1 ПК-4	К	61-100	0-60	61-75	76-85	86-100

\* -указать У – устный ответ, КЛек – конспект лекций, Т – тест, К – контрольная работа

## ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ФОС ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль Энергетика теплотехнологии)

Представленный фонд оценочных средств соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки от «28» февраля 2018г. № 143.

Оценочные средства текущего и промежуточного контроля соответствуют целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки.

Оценочные средства, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС, отвечают задачам профессиональной деятельности выпускника.

Оценочные средства и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов представлены в достаточном объеме.

Оценочные средства позволяют оценить сформированность компетенции, указанных в рабочих программах дисциплин (модуля).

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров/специалистов по направлению подготовки/специальности 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль Энергетика теплотехнологии)

*(шифр и наименование направления подготовки (специальности))*

Первый заместитель директора по экономике и финансам МУП «Жатайтеплосеть»

Городского округа «Жатай»,  
кандидат экономических наук

«14» ноября 2018г.

