

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

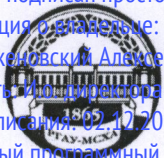
ФИО: Арженовский Алексей Тимирязевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 02.10.2025 14:52:48

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

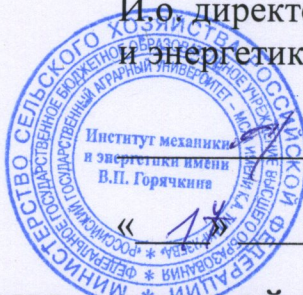
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина



_____ А.Г. Арженовский

« 18 » 06 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.04 КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Инжиниринг теплоэнергетических систем

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики: Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Рецензент: Андреев С.А., д.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко, протокол № 17 от «16» июня 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики

имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Протокол № 5 от «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко»

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Алиф Алифова А.А.

Содержание

АННОТАЦИЯ.....	4
1. Цель освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. Структура и содержание дисциплины	14
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре	14
4.2 Содержание дисциплины.....	14
4.3 Лекции/практические/лабораторные занятия	16
5. Образовательные технологии.....	21
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	25
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы	25
6.1.1 Пример вопросов и задания для защиты практических занятий	25
6.1.2. Пример вопросов и задания для защиты лабораторных работ	28
6.1.3. Тематика примерных задач	29
6.1.4. Пример тестирования.....	31
6.1.5. Примерная тематика расчетно-графических работ	35
6.1.6. Перечень вопросов к экзамену	36
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	38
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	41
7.1 Основная литература	41
7.2 Дополнительная литература.....	41
7.3 Нормативные правовые акты.....	41
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	42
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	42
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	43
10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.....	44
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	46
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине	46

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.04 «Котельные установки и парогенераторы» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленности «Инжиниринг теплоэнергетических систем»

Цель освоения дисциплины: в соответствии с компетенциями по дисциплине является приобретение студентами умений и навыков решать инженерные задачи в области изучения инженерных расчетов по определению мощности котлов для промышленно-отопительных котельных и ТЭЦ, также выбор оптимального количества котлов для котельных различного назначения и ТЭЦ; выполнять теплотехнические расчеты и подбирать оборудование для систем топливоприготовления; рассчитывать тепловой режим поверхностей нагрева котла в – зависимости от характеристики топлива и рассчитывать тепловые потери и КПД котла; производить подбор необходимых поверхностей нагрева для паровых и водогрейных котлов; определять аэродинамическое сопротивление газовоздушного тракта котла; определять гидравлическое сопротивление пароводяного тракта котла необходимые расходы пароводяной среды по условиям надежности поверхностей нагрева котла; расчетным путем определять температурный режим поверхностей нагрева котла и способы повышения их надежности.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», цикл Б1.В, дисциплина осваивается в 7 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.1).

Краткое содержание дисциплины: Классификация и основные тракты котлов. Классификация энергетического топлива. Топливоприготовление. Основные реакции горения. Основные характеристики топочной камеры. Тепловые потери и экономичность котла. Радиационные поверхности нагрева и конвективные поверхности нагрева котла. Газовоздушные тракты и выбор тягодутьевых машин котла. Критерии надежности циркуляции. Выбор насосов для котлов. Основные режимы эксплуатации и автоматическое регулирование котла.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Промежуточный контроль: экзамен, расчетно-графическая работа.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» является формирование знаний и навыков является теоретически и практически подготовить будущих специалистов к источникам тепловой энергии; основные типы паровых и водогрейных котлов; конструктивные особенности и компоновки котлов, назначение и классификацию паровых и водогрейных котлов; основные виды энергетического топлива; технологические системы

топливоприготовления, их тепловые схемы и основное оборудование систем пылеприготовления, газоснабжения и мазутонасосной котельных; свойства энергетического топлива, их характеристики коррозионную агрессивность и токсичность топлива; тепловые потери теплоты котла; уравнения теплообмена радиационных, полурadiационных и конвективных поверхностей нагрева котла; схему и конфигурации газоздушного тракта котельной установки; критерии надежности циркуляции парового котла с естественной циркуляцией; способы пуска котла после монтажа и ремонта; обслуживание котла при нормальной и аварийной ситуации; способы планового и аварийного останова котла.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» включена в перечень дисциплин вариативной части – дисциплина по выбору. Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» реализуется в соответствии требований ФГОС, ОПОП, ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленности «Инжиниринг теплоэнергетических систем».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» являются: Техническая термодинамика (3 курс, 5 семестр); Тепломассообмен (3 курс, 6 семестр); Тепловые двигатели и нагнетатели (3 курс, 6 семестр); Насосы и вентиляторы (3 курс, 6 семестр); Применение теплоты в АПК (3 курс, 6 семестр).

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» является основополагающей для основополагающей для изучения следующих дисциплин являются: Процессы и аппараты (4 курс, 8 семестр); Тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 8 семестр); Эксплуатация систем теплоснабжения (4 курс, 8 семестр).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

Рабочая программа дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием цифровых технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования	режимы, методы и средства повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru	разрабатывать цифровые модели повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования применять для ускорения процесса передачи, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации	методами и средствами повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
					программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube	
2.	ПКос-2	Способен организовать монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования	ПКос-2.1 Демонстрирует знания организации монтажа, наладки, технического обслуживания энергетического и теплотехнологического оборудования	- методы безопасной эксплуатации технологического оборудования, оснастки, инструмента, приспособлений и вспомогательных средств с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru; - требования правил и инструкций по охране труда при производстве работ по техническому обслуживанию электро-технологического обо-	- осуществлять работу по расследованию нештатных ситуаций и разработке мероприятий, направленных на их предотвращение, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и	- основной терминологией по охране труда с применением цифровых технологий с использованием информационных технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube; - методикой измерения на рабочих местах параметров вредных и опасных

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				<p>рудования, в том числе средств измерений с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru;</p> <p>- назначение, принцип действия электрооборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале</p>	<p>интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube;</p> <p>- выполнять и читать электрические схемы, чертежи машин, механизмов, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации</p>	<p>производственных факторов с применением цифровых технологий с использованием информационных технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube;</p> <p>- методикой оценки травмоопасности производственного электротехнологического оборудования, машин, инструментов с применением цифровых технологий с использовани-</p>

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru; - технические основы и новейшие типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей электрических машин и электрооборудования, наладки электрооборудования и средств автоматизации российского и иностранного производства с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru; - схемы электрических	информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube; - пользоваться инструментами, приспособлениями, механизмами и приборами при выполнении электрослесарных, электромонтажных и наладочных работ, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять	ем информационных технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube; - методикой оценки электробезопасности производственного электрооборудования, помещений с применением цифровых технологий с использованием информационных технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel,

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				сетей и электрооборудования предприятий АПК с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru	для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube; - анализировать работу электрических сетей и эксплуатировать электро-техническое оборудование и установки предприятий АПК, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word,	PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube; - методикой выбора, оценки состояния и пригодности к работе средств коллективной и индивидуальной защиты работников с применением цифровых технологий с использованием информационных технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации инфор-

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
					Excel, PowerPoint) и при- менять для ускорения процесса передачи, обра- ботки и интерпретации информации программ- ные продукты Excel, Word, Power Point, Бит- рикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube	мации с помощью современных про- граммных продуктов Excel, Power Point и осуществлять ком- муникации посред- ством Webinar, Ян- декс Телемост, Meanchart, Rutube; - навыками сборки электрических схем, выполнения элек- тромонтажных и наладочных работ с применением циф- ровых технологий с использованием ин- формационных тех- нологий с помощью программных про- дуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том чис- ле обработки и ин- терпретации инфор- мации с помощью современных про- граммных продуктов Excel, Power Point и осуществлять ком-

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
						<p>муникации посред- ством Webinar, Ян- декс Телемост, Meanchart, Rutube;</p> <p>- навыками монтажа, наладки и эксплуа- тации систем цен- трализованного кон- троля и автоматизи- рованного управле- ния технологически- ми процессами с применением циф- ровых технологий с использованием ин- формационных тех- нологий с помощью программных про- дуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том чис- ле обработки и ин- терпретации инфор- мации с помощью современных про- граммных продуктов Excel, Power Point и осуществлять ком- муникации посред- ством Webinar, Ян-</p>

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
						<p>декс Телемост, Meanchart, Rutube;</p> <p>- методами расчёта параметров электро-технического оборудо-вания и электро-установок с приме-нением современных вычислительных средств с примени-ем цифровых техно-логий с использова-нием информацио-нных технологий с по-мощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработ-ки и интерпретации информации с помо-щью современных программных про-дуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации по-средством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	час.	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	86,4	86,4
Аудиторная работа:	86,4	86,4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
Самостоятельная работа (СРС)	21,6	21,6
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	11,6	11,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, и т.д.)</i>	10	10
<i>Подготовка к экзамену</i>	36	36
Вид контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПР	КРА	
Раздел 1. Технологическая схема котла	12	6	-	4		2
Раздел 2. Характеристика органического топлива. Физико-химические основы горения топлива	14	8	-	4		2
Раздел 3. Тепловой баланс котельной установки	20	6	8	4		2
Раздел 4. Тепловой, аэродинамический и гидравлический расчет котла	44	12	8	22		2
Раздел 5. Основные режимы эксплуатации котла. Автоматическое регулирование, защиты, блокировки и сигнализация котла	4	2	-	-		2
<i>Расчётно-графическая работа (РГР)</i>	11,6					11,6

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПР	КРА	
<i>(подготовка)</i>						
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	
<i>Консультация к экзамену</i>	2				2	
<i>Подготовка к экзамену</i>	36					36
Всего за 7 семестр	144	34	16	34	2,4	21,6
Итого по дисциплине	144	34	16	34	2,4	57,6

Раздел 1. Технологическая схема котла

Тема 1. Классификация котлов

Классификация котлов. Компоновка и основные элементы паровых и водогрейных котлов.

Тема 2. Основные тракты котла

Паровой и газовоздушный тракты котельной установки.

Раздел 2. Характеристика органического топлива. Физико-химические основы горения топлива

Тема 3. Классификация энергетического топлива

Классификация энергетического топлива Основные характеристики органического топлива. Теплота сгорания, влажность, зольность и серосодержание топлива.

Тема 4. Топливоприготовление

Системы пылеприготовления. Газоснабжение. Мазутонасосные котельных. Основное оборудование систем топливоприготовления. Горелочные устройства и мазутные форсунки.

Тема 5. Основные реакции горения

Основные стехиометрические уравнения горения топлива. Скорость горения, диффузионное и кинетическое горение. Температура горения при различных способах организации топочного режима.

Тема 6. Тепловые пункты

Основные характеристики топочного режима. Тепловая мощность, максимальная температура в факеле, тепловое напряжение сечения топочной камеры.

Раздел 3. Тепловой баланс котельной установки

Тема 7. Тепловые потери котла

Тепловые потери котла. КПД котла брутто и нетто. Полный и расчетный расход топлива.

Тема 8. Экономичность котла

Технико-экономические показатели котельной установки.

Раздел 4. Тепловой, аэродинамический и гидравлический расчет котла

Тема 9. Радиационные поверхности нагрева котла

Тепловой расчет топочной камеры котла. Выбор температуры на выходе из топки котла.

Тема 10. Конвективные поверхности нагрева котла

Тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева котла-пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель.

Тема 11. Газовоздушные тракты котла

Основные расчетные схемы и конфигурации газовоздушного тракта котла. Расчет аэродинамического сопротивления газового и воздушного трактов котла.

Тема 12. Выбор тягодутьевых машин котла

Выбор тягодутьевых машин котельной установки. Основные расчетные запасы по необходимому напору и производительности тягодутьевых машин.

Тема 13. Критерии надежности циркуляции

Расчетное определение гидравлического сопротивления пароводяного тракта котла. Критерии надежности циркуляции прямоточных и котлов с естественной циркуляцией.

Тема 14. Выбор насосов для котлов

Выбор питательных и сетевых насосов паровых и водогрейных котлов.

Раздел 5. Основные режимы эксплуатации котла. Автоматическое регулирование, защиты, блокировки и сигнализация котла

Тема 15. Основные режимы эксплуатации котла

Пуски, обслуживание и остановки котла. Основные причины аварийного останова котла. Обслуживание парового и водогрейного котлов. Нормы токсичных выбросов с дымовыми газами котлов. Основные способы очистки дымовых газов от золы топлива.

Тема 16. Автоматическое регулирование котла

Основные способы автоматического регулирования технологическими процессами в котельных установках. Назначение защит, блокировок и сигнализации котла.

4.3 Лекции/практические/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических/лабораторных занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Технологическая схема котла				10
	Тема 1 <i>Классификация котлов</i>	Лекция № 1 Классификация и кинетические закономерности процессов	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	3
		Практическая работа № 1 Область применения паровых и водогрейных котлов (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 1 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2 <i>Основные тракты котла</i>	Лекция № 2 Паровой и газовоздушный тракты котельной установки	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	3
		Практическая работа № 2 Специальные конструкции котлов. Котлы утилизаторы газотурбинных установок (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 2 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
2.	Раздел 2. Характеристика органического топлива. Физико-химические основы горения топлива				12
	Тема 3 <i>Классификация энергетического топлива</i>	Лекция 3 Классификация энергетического топлива Основные характеристики органического топлива. Теплота сгорания, влажность, зольность и серосодержание топлива	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 3 Характеристика органического топлива. Рабочая, сухая и горючая масса топлива (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 3 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 4 <i>Топливоприготовление</i>	Лекция 4 Системы пылеприготовления	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 5 <i>Основные реакции горения</i>	Лекция 5 Основные стехиометрические уравнения горения топлива	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 4 Основные реакции горения водорода, углерода серы. Формирование коррозионной агрессивности и токсичности продуктов сгорания органического топлива (расчет и представление резуль-		Защита практической работы № 4 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		татов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))			
	Тема 6 Тепловые пункты	Лекция № 6 Основные характеристики топочного режима	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
3.	Раздел 3. Тепловой баланс котельной установки				18
	Тема 7 Тепловые потери котла	Лекция № 7 Тепловые потери котла. КПД котла брутто и нетто	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Лабораторная работа № 1 Определение энергетических показателей котла-парообразователя типа Д-900 (рабочая тетрадь MS Office: Word)		Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	8
		Практическая работа № 5 Расчетное определение тепловых потерь котла (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 5 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 8 Экономичность котла	Лекция 8 Технико-экономические показатели котельной установки	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 6 Расчетное определение энергетических, экономических и режимных показателей котельной установки (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 6 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
4.	Раздел 4. Тепловой, аэродинамический и гидравлический расчет котла				42
	Тема 9 Радиационные поверхности	Лекция 9 Тепловой расчет топочной камеры котла	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<i>нагрева котла</i>	Лабораторная работа № 2 Определение тепловой мощности автономного источника теплоснабжение теплогенератора ТГ1,5 (рабочая тетрадь MS Office: Word)		Защита лабораторной работы № 2 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	8
		Практическая работа № 7 Расчет топочной камеры котла (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 7 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 10 <i>Конвективные поверхности нагрева котла</i>	Лекция 10 Тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева котла-пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 8 Расчет пароперегревателя котла (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 8 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Тестирование на сайте sdo.timacad.ru	4
	Тема 11 <i>Газовоздушные тракты котла</i>	Лекция 11 Основные расчетные схемы и конфигурации газовоздушного тракта котла	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 9 Расчетное определение оптимальной конфигурации газовоздушного тракта котла (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 9 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	4
	Тема 12 <i>Выбор тягодутьевых машин кот-</i>	Лекция 12 Выбор тягодутьевых машин котельной установки	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ла	Практическая работа № 10 Определение расчетных расходов воздуха и дымовых газов. Выбор тягодутьевых машин (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 10 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	4
	Тема 13 <i>Критерии надежности циркуляции</i>	Лекция 13 Критерии надежности циркуляции прямоточных и котлов с естественной циркуляцией	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 11 Гидравлические схемы паровых и водогрейных котлов (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 11 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	4
	Тема 14 <i>Выбор насосов для котлов</i>	Лекция 13 Выбор питательных и сетевых насосов паровых и водогрейных котлов	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическая работа № 12 Расчетное определение необходимых напоров и производительности насосов паровых и водогрейных котлов (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 12 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	4
5.	Раздел 5. Основные режимы эксплуатации котла. Автоматическое регулирование, защиты, блокировки и сигнализация котла				2
	Тема 15 <i>Основные режимы эксплуатации котла</i>	Лекция 15 Пуски, обслуживание и остановки котла	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2 (ПКOC-2.1)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	1
	Тема 16 <i>Автомати-</i>	Лекция 16 Основные способы автома-	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКOC-2	Webinar, Яндекс Телемост,	1

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ческое регулирование котла	тического регулирования технологическими процессами в котельных установках	(ПКОС-2.1)	Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Технологическая схема котла		
1.	Тема 1 Классификация котлов	Конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов (ПКос-1.1; ПКОС-2.1)
Раздел 2. Характеристика органического топлива. Физико-химические основы горения топлива		
2.	Тема 6 Тепловые пункты	Топочные камеры для паровых и водогрейных котлов (ПКос-1.1; ПКОС-2.1)
Раздел 3. Тепловой баланс котельной установки		
3.	Тема 7 Тепловые потери котла	Тепловые потери котла. КПД котельной установки (ПКос-1.1; ПКОС-2.1)
Раздел 4. Тепловой, аэродинамический и гидравлический расчет котла		
4.	Тема 12 Выбор тягодутьевых машин котла	Основные характеристики дымососов и дутьевых вентиляторов котельных установок (ПКос-1.1; ПКОС-2.1)
Раздел 5. Основные режимы эксплуатации котла. Автоматическое регулирование, защиты, блокировки и сигнализация котла		
5.	Тема 15 Основные режимы эксплуатации котла	Порядок пуска котла из холодного состояния. Порядок аварийного останова котла. Порядок обслуживания вспомогательного оборудования котла (ПКос-1.1; ПКОС-2.1)

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» для организации условий освоения студентами компетенций используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых плат-форм (Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube) и цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link).

Согласно учебному плану и графику учебного процесса для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения:

- *основные формы теоретического обучения:* лекции, консультации, экзамен;
- *основные формы практического обучения:* лабораторные работы и практические занятия;

- *дополнительные формы организации обучения:* расчетно-графическая работа (РГР);
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциям, лабораторным и практическим работам;
- *активного обучения:* консультации по сложным, непонятным вопросам; опережающая самостоятельная работа студентов по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий; работа в команде при выполнении лабораторных работ и практических занятий;
- *интерактивное обучение:* посещение специализированных выставок (экскурсии).

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средства обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1 <i>Классификация котлов</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
2.	Тема 2 <i>Основные тракты котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
3.	Тема 3 <i>Классификация энергетического топлива</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
4.	Тема 4 <i>Топливоприготовление</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных техноло- гий	
5.	Тема 5 <i>Основные реакции горения</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
6.	Тема 6 <i>Тепловые пункты</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
7.	Тема 7 <i>Тепловые потери котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
8.	Тема 8 <i>Экономичность котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
9.	Тема 9 <i>Радиационные поверхности нагрева котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных техноло- гий
			продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
10.	Тема 10 <i>Конвективные поверхности нагрева котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
11.	Тема 11 <i>Газовоздушные тракты котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
12.	Тема 12 <i>Выбор тягодутьевых машин котла</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
13.	Тема 13 <i>Критерии надежности циркуляции</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
14.	Тема 14 <i>Выбор насосов для котлов</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
15.	Тема 15 <i>Основные режимы эксплуата-</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с приме-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных техноло- гий
	<i>ции котла</i>	нием видеоматериалов
16.	Тема 16 <i>Автоматическое регулирова- ние котла</i>	Л Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» в течение одного семестра используются следующие виды контроля самостоятельная работа студентов в виде выполнения расчетно-графической работы:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний включает:

4 курс, 7 семестр – защита лабораторных работ и практических занятий, задач и расчетно-графическая работа.

Промежуточный контроль знаний включает:

4 курс, 7 семестр – тестирование.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.1.1 Пример вопросов и задания для защиты практических занятий

ЗАДАНИЕ: представить результаты в таблице Microsoft Excel, Word, PowerPoint на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Пример перечня вопросов при защите практической работы № 1 «Область применения паровых и водогрейных котлов»

1. Для чего предназначены паровые котлы?
2. Где используются паровые котлы?
3. Какие схемы образования пара в паровых котлах.
4. Принципы регулирования температуры пара.
5. Впрыскивающие пароохладители и места их установки.

Пример перечня вопросов при защите практической работы № 2 «Специальные конструкции котлов. Котлы утилизаторы газотурбинных установок»

1. Назовите основные характеристики органического топлива. Как они влияют на организацию процессов горения?
2. Каков элементарный состав твердого, жидкого и газообразного топлива?
3. Что такое горючая, сухая и рабочая масса топлива?
4. Как производится пересчет состава топлива с одной массы на другую?
5. В чем отличие низшей и высшей теплоты сгорания?
6. Каков состав и объем продуктов сгорания газообразного топлива?
7. Каков состав и объем продуктов сгорания твердого топлива?

Пример перечня вопросов при защите практической работы № 3

«Характеристика органического топлива. Рабочая, сухая и горючая масса топлива»

1. По природе образования органического топлива выделяют два основных механизма. Какие это механизмы? Как называются соответствующие виды топлива?

2. Как принято описывать состав топлива?

3. Как определяют состав топлива?

Пример перечня вопросов при защите практической работы № 4 «Основные реакции горения водорода, углерода серы. Формирование коррозионной агрессивности и токсичности продуктов сгорания органического топлива»

1. Какие продукты полного сгорания образуются при горении компонентов горючих веществ (углерода, водорода, серы)?

2. Как состав продуктов сгорания зависит от количественного соотношения горючего и окислителя?

3. Участвует ли в образовании продуктов горения азот, входящий в горючее вещество?

4. Какие вещества образуются при сгорании топлива?

5. Как наличие в топливе водорода влияет на концентрацию азота в продуктах сгорания?

6. Как органические кислоты, образующиеся вследствие окисления горючего при транспортировке, хранении и применении, вызывают коррозию металлов?

Пример перечня вопросов при защите практической работы № 5 «Расчетное определение тепловых потерь котла»

1. Как определить тепловые потери для принятого типа парового котла и сжигаемого топлива?

2. От чего зависит потеря теплоты с уходящими газами?

3. Учитывается ли физическая теплота топлива для сильновлажных твёрдых топлив и жидких топлив?

4. Как составить тепловой баланс котла с учётом выбора температуры уходящих газов?

5. Как определить коэффициент полезного действия котла на основе теплового баланса?

Пример перечня вопросов при защите практической работы № 6 «Расчетное определение энергетических, экономических и режимных показателей котельной установки»

1. Как определить КПД котельного агрегата с учётом всех потерь тепла?

2. Как рассчитать расход топлива на основе значения КПД?

3. Как рассчитать теплообмен в топке?

4. Как сравнить варианты проектируемого котла и его элементов по приведённым затратам?

5. Как оптимизировать параметры проектируемого котла по приведённым затратам?

6. Как определить экономический эффект при разработке нового котла?
7. Как описать показатели, характеризующие стационарные режимы работы котла?
8. Как контролировать технологические параметры?
9. Как очистить поверхности нагрева?

***Пример перечня вопросов при защите практической работы № 7
«Расчет топочной камеры котла»***

1. Что геометрически представляет топка котла?
2. Какие поверхности нагрева проходят дымовые газы с момента образования до выхода из котла?
3. Какие виды теплообмена в топке (со стороны продуктов сгорания)?
4. Что такое теоретическая температура горения?
5. Что такое КПД?
6. Назовите величины, входящие в состав топлива?
7. Основные реакции горения топлива?
8. Что такое коэффициент расхода воздуха?

***Пример перечня вопросов при защите практической работы № 8
«Расчет пароперегревателя котла»***

1. Характеристики работы конвективных, ширмовых и радиационных пароперегревателей.
2. Радиационные пароперегреватели, их характеристика и конструктивное выполнение.
3. Полурадиационные пароперегреватели, их характеристика и конструктивное выполнение.

***Пример перечня вопросов при защите практической работы № 9
«Расчетное определение оптимальной конфигурации газозадычного тракта котла»***

1. Как создается искусственная тяга в котлах, работающих под разрежением и под давлением?
2. Как производится регулирование производительности вентиляторов и дымососов?
3. С какой целью и какими средствами организуется рециркуляция воздуха и дымовых газов?
4. Описать качественную картину движения газов около горелочных устройств и по высоте топки.

***Пример перечня вопросов при защите практической работы № 10
«Определение расчетных расходов воздуха и дымовых газов. Выбор тягодутьевых машин»***

1. Определение расхода газа в технологической линии.
2. Определение объемного расхода газа.
3. Определение гидравлического сопротивления технологической линии.
4. Выбор типа, марки и исполнения тягодутьевых машин.
5. Определение расчетного давления тягодутьевой машины.

6. Определение расчётной производительности дымососа.
7. Определение установленной мощности электродвигателя тягодутьевой машины.
8. Расчёт необходимой мощности привода тягодутьевой машины.

***Пример перечня вопросов при защите практической работы № 11
«Гидравлические схемы паровых и водогрейных котлов»***

1. На что затрачивается перепад давлений в канале пароводяного тракта?
2. Написать и пояснить основные уравнения гидродинамики и теплообмена пароводяного тракта в стационарном режиме работы котла.
3. Привести и пояснить основные характеристики движения пароводяного потока.
4. Описать режимы движения пароводяной смеси в вертикальных и горизонтальных трубах.
5. Чему равен полный перепад давления между двумя сечениями трубы, пояснить каждую составляющую полного перепада.

***Пример перечня вопросов при защите практической работы № 12
«Расчетное определение необходимых напоров и производительности насосов паровых и водогрейных котлов»***

1. Что такое гидравлический расчёт и какие параметры характеризуют работу насосов: подача, напор, мощность, КПД?
2. Как определить напор, который должны создавать питательные насосы для котлов?
3. Что такое тепловой баланс парогенератора или водогрейного котла?

6.1.2. Пример вопросов и задания для защиты лабораторных работ

ЗАДАНИЕ: предоставить в рабочей тетради Microsoft Excel, Word, PowerPoint. на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

***Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 1
«Определение энергетических показателей котла-парообразователя типа Д-900»***

1. Порядок подготовки котла Д-900 к пуску.
2. Порядок пуска, обслуживания и останова котла при ручном, автоматическом управлении.
3. Что делать при аварийной ситуации котла?
4. Назовите основные характеристики котла Д-900.
5. Назовите основные режимы работы котла Д-900.
6. Каков порядок ручного, автоматического управления котла.

***Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 2
«Определение тепловой мощности автономного источника теплоснабжение теплогенератора ТГ1,5»***

1. Назовите основные характеристики теплогенератора типа ТГ-1.5.
2. Конструкция теплогенератора типа ТГ-1.5 (общий вид).
3. Конструкция теплогенератора типа ТГ-1.5 (в разрезе).
4. Назовите основные режимы работы теплогенератора.

5. Каков порядок ручного, автоматического управления теплогенератора.

6.1.3. Тематика примерных задач

ЗАДАНИЕ: представить результаты в таблице Microsoft Excel, Word, PowerPoint на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Тема 1. Классификация котлов

Задача. Составить тепловой баланс барабанного парового котла производительностью 186,11 кг/с, имеющего следующие параметры пара (табл.). Топливо – высушенный березовский уголь: сушки $Q_n^{суш} Q = 21298$ кДж/кг и влажность $W^{суш} = 13$ %.

Тема 2. Основные тракты котла

Задача. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ($p = 13,8$ МПа, $t_{\text{шт}} = 560^\circ\text{C}$) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ($n_6 = 2$) при ширине топки $b_T = 7,68$ м и по две на фронтальной и задней стенах ($n_\phi = 2$, $n_3 = 2$) при высоте топки $a_T = 13,52$ м, расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ($n_{\text{тр}} = 30$) с наружным диаметром $d_{\text{тр}} = 36$ мм, толщиной стенки 5 мм и с шагом $s = 40$ мм. Ширина поверхности панели, занятая трубами, $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08$ м.

Ширина ленты одной панели $b_{\text{л}} = 1,16$ м. Интенсивность теплового потока в этой зоне $q_{\text{л}} = 157,6$ кВт/м². Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. **Определить**, насколько увеличится тепловосприятие радиационного пароперегревателя, если его сместить вниз на 4 м в зону с тепловым потоком $q'_{\text{л}} = 235,7$ кВт/м². Удельный расход топлива принять $B_p = 9,25$ кг/с.

Тема 3. Классификация энергетического топлива

Задача. При лабораторных исследованиях был получен следующий элементный состав кузнецкого угля марки СС на горючую массу: $C^r = 84$ %; $H^r = 4,5$ %; $N^r = 2$ %; $O^r = 9$ %; $S^r = 0,5$ %. Влажность и зольность на рабочую массу равны $W^p = 12$ % и $A^p = 11,4$ %. Определить элементный состав на рабочую массу топлива.

Тема 5. Основные реакции горения

Задача. Определить теплоту сгорания газообразного топлива, имеющего следующий состав: метан $CH_4 = 94$ %; этан $C_2H_6 = 2,8$ %; пропан $C_3H_8 = 0,4$ %; бутан $C_4H_{10} = 0,3$ %; пентан $C_5H_{12} = 0,1$ %; азот $N_2 = 2$ %; двуокись углерода $CO_2 = 0,4$ %. Низшая теплота сгорания отдельных газовых составляющих имеет значения: для метана 35818 кДж/м³; для этана 63248 кДж/м³; для пропана 91251 кДж/м³; для бутана 118646 кДж/м³; для пентана 146077 кДж/м³.

Тема 7. Тепловые потери котла

Задача. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 13,5$ кг/с сжигается подмосковный уголь состава: $C_p = 25,6\%$, $H_p = 2,2\%$, $S_{\text{лр}} = 2,9\%$, $N_p = 0,6\%$, $O_p = 8,7\%$, $A_p = 34\%$, $W_p = 26\%$. Нужно составить тепловой баланс котельного агрегата, если: температура топлива при входе в топку $t_p = 20^\circ\text{C}$;

натуральный расход топлива $B = 4$ кг/с; давление перегретого пара $p_{п.п} = 4$ МПа; температура перегретого пара $t_{п.п} = 450^\circ\text{C}$; температура питательной воды $t_{п.в} = 150^\circ\text{C}$; величина непрерывной продувки $P = 4\%$; теоретическое количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива $V = 2,98$ м³/кг; объём уходящих газов на выходе из последнего газохода $V_{г.ух} = 4,86$ м³/кг; температура уходящих газов на выходе из последнего газохода $t_{ух} = 160^\circ\text{C}$; средняя объёмная теплоёмкость газов $c_{г.ух} = 1,415$ кДж/м³·°K; коэффициент избытка воздуха за последним газоходом $\alpha_x = 1,48$; температура воздуха в котельной $t_{в} = 30^\circ\text{C}$; объёмная теплоёмкость воздуха $c_{в} = 1,297$ кДж/м³·°K; содержание в уходящих газах окиси углерода $\text{CO} = 0,2\%$ и трехатомных газов $\text{RO}_2 = 16,6\%$; потери тепла от механической неполноты сгорания $q_4 = 4\%$.

Тема 8. Экономичность котла

Задача. Рассчитать экономический эффект от снижения потерь тепла с продувочной водой в газоплотном котле БКЗ-210-140ФЖШ. Существующий расход воды на продувку составляет 1 % от производительности котла. Нормативный расход воды на продувку котлов БКЗ-210-140ФЖШ составляет 0,5 % от производительности котла. Дано: $Q_{п.к} = 58,3$ кг/с – производительность одного котла БКЗ-210-140ФЖШ; $h_{пе} = 841,3$ ккал/кг – энтальпия перегретого пара; 4,19 – переводной коэффициент ккал в кДж; $h_{п.в} = 231,7$ ккал/кг – энтальпия питательной воды; $D_{пр1} = 0,58$ кг/с – расход воды на продувку; $h' = 623,6$ ккал/кг – энтальпия кипящей воды; $B_1 = 5,43$ кг/с – расход условного топлива для котла БКЗ-210-140ФЖШ в газоплотном исполнении.

Тема 9. Радиационные поверхности нагрева котла

Задача. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ($p = 13,8$ МПа, $t_{пп} = 560^\circ\text{C}$) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ($n_6 = 2$) при ширине топки $b_T = 7,68$ м и по две на фронтальной и задней стенах ($n_\phi = 2$, $n_3 = 2$) при высоте топки $a_T = 13,52$ м, расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ($n_{тр} = 30$) с наружным диаметром $d_{тр} = 36$ мм, толщиной стенки 5 мм и с шагом $s = 40$ мм. Ширина Поверхности панели, занятая трубами, $l_{тр} = d_{тр} \cdot n_{тр} = 0,036 \cdot 30 = 1,08$ м. Ширина ленты одной панели $b_{л} = 1,16$ м. Интенсивность теплового потока в этой зоне $q_{л} = 157,6$ кВт/м². Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить, насколько увеличится тепловосприятие радиационного пароперегревателя, если его сместить вниз на 4 м в зону с тепловым потоком $q'_{л} = 235,7$ кВт/м². Удельный расход топлива принять $B_p = 9,25$ кг/с.

Тема 10. Конвективные поверхности нагрева котла

Задача. Определить количество теплоты, воспринятой паром и конвективную поверхность нагрева пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью $D = 20,5$ кг/с, работающего на донецком угле марки Т_с низшей теплотой сгорания $Q_H^p = 28600$ кДж/кг, если известны температура топлива при входе в топку $t_T = 20^\circ\text{C}$, теплоемкость рабочей массы топлива $c_T^p = 2,1$ кДж/(кг·°K), давление насыщенного пара $p_{н.а} = 4$ МПа, давление перегретого пара $P_{пп} = 3,5$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 420^\circ\text{C}$, темпера-

тура питательной воды $t_{п.в} = 150^{\circ}\text{C}$, величина непрерывной продувки $P = 4 \%$, КПД котлоагрегата (брутто) $= 88 \%$, коэффициент теплопередачи в пароперегревателе $k_{пе} = 0,051 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, температура газов на входе в пароперегреватель $v_{пв} = 950^{\circ}\text{C}$, температура газов на выходе из пароперегревателя $v_{пв} = 630^{\circ}\text{C}$, температура пара на входе в пароперегреватель $t_{пв} = 275^{\circ}\text{C}$ и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 4,0 \%$.

Тема 11. Газовоздушные тракты котла

Задача. Как изменится объем и объемные доли трехатомных продуктов сгорания и водяных паров при сжигании подмосковного бурого угля (состав: $W_p = 32 \%$; $A_p = 28,6 \%$; $S_p = 2,7 \%$; $C_p = 26 \%$; $H_p = 2,1 \%$; $N_p = 0,4 \%$; $O_p = 8,2 \%$) при избытке воздуха $\alpha = 1,2$, если его влажность увеличилась до 40% ?

Тема 12. Выбор тягодутьевых машин котла

Задача. Расход дымовых газов через воздухоподогреватель составляет $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура на входе 300°C и на выходе 150°C . Расход воздуха $6000 \text{ м}^3/\text{ч}$, начальная и конечная температуры 20°C и 250°C . Предложить компоновку трубного пучка воздухоподогревателя и определить длину, шаги и количество труб при скорости дымовых газов $5 \dots 15 \text{ м/с}$ и воздуха в межтрубном пространстве $5 \dots 10 \text{ м/с}$, диаметре труб $58/54 \text{ мм}$ и коэффициенте теплопередачи $30 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$. Определить экономию топлива при оснащении парового котла воздухоподогревателем. Теплотворная способность топлива (природный газ) $35000 \text{ кДж}/\text{м}^3$. Расход воздуха на горение $10 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Выход дымовых газов $11,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Температура продуктов сгорания перед котельным пучком 1400°C . Среднюю теплоемкость дымовых газов в диапазоне температур $150 \dots 300^{\circ}\text{C}$ принять равной $1,35 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{K})$, в диапазоне $0 \dots 1400^{\circ}\text{C}$ – $1,6 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{K})$, воздуха – $1,3 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{K})$.

Тема 13. Критерии надежности циркуляции

Задача. Определить, насколько объем газов за пароперегревателем превосходит объем воздуха, поступающего через горелки в паровом котле с избытком воздуха за топочной камерой $1,2$, присосами воздуха в ней $0,05$, в пылесистеме $0,04$ и присосами воздуха в пароперегревателе $0,03$. Топливо – промпродукт каменных углей марки Г (состав $S_p = 0,5 \%$; $C_p = 51,4 \%$; $H_p = 3,8 \%$; $N_p = 1,9 \%$; $O_p = 6,6 \%$; $W_p = 12 \%$; $A_p = 23,8 \%$).

Тема 14. Выбор насосов для котлов

Задача. В отопительной системе (котел, радиаторы, трубопроводы) частного дома содержится $V = 0,3 \text{ м}^3$ воды. Сколько воды дополнительно войдет в расширительный бак при нагревании от 20 до 80°C .

6.1.4. Пример тестирования

ЗАДАНИЕ: выполняется на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

1. Какой основной параметр определяет тип топлива, используемого в котельных установках?

- 1) температура пара;
- 2) теплотворная способность топлива;
- 3) давление воды;
- 4) размер котла.

2. Что такое паровой коэффициент (паропроизводительность) котла?

- 1) количество произведённого пара в кг/ч;
- 2) температура выходного пара;
- 3) давление пара в паровой линии;
- 4) плотность воды в паровом подающем канале.

3. Какой тип котла наиболее эффективен при работе на твердом топливе?

- 1) водотрубный котел;
- 2) жидкотрубный котел;
- 3) паросиловой котел;
- 4) электрический котел.

4. Какой элемент котла отвечает за удаление паров воды из паровой линии?

- 1) перегородка;
- 2) сепаратор паров и воды;
- 3) теплообменник;
- 4) трубопровод.

5. При каком давлении считается, что пар котла является «паровым» в промышленном применении?

- 1) 0,1 МПа;
- 2) 0,5 МПа;
- 3) 1,0 МПа;
- 4) 2,5 МПа.

6. Что называют «перегревом» в парогенераторе?

- 1) увеличение температуры воды до кипения;
- 2) повышение температуры насыщенного пара выше температуры насыщения при том же давлении;
- 3) снижение давления в паровой линии;
- 4) увеличение количества конденсата.

7. Какой параметр определяет «коэффициент теплоотдачи» в котельных установках?

- 1) количество топлива, сгоревшего за час;
- 2) площадь теплообменной поверхности, делённая на тепловой поток;
- 3) температура паров в выходе;
- 4) давление воды в пароходе.

8. Как называется процесс подачи воды в паровую камеру котла?

- 1) мрессование;
- 2) суппликация;
- 3) паполнение;
- 4) подкачка.

9. Что является основной причиной образования накипи в водотрубных котлах?

- 1) неправильный угол наклона труб;
- 2) высокий уровень кислорода в воде;

- 3) жесткость воды и её минерализация;
- 4) низкая температура дымовых газов.

10. Какой тип управления котлом считается наиболее современным?

- 1) механическое регулирование пароотдачи;
- 2) полевой термостат;
- 3) программируемый логический контроллер (PLC);
- 4) ручное открывание заслонок.

11. При работе парогенератора с паром 10 МПа, какой тип материала обычно используют для труб?

- 1) чугун;
- 2) нержавеющей сталь;
- 3) сталь высокой температуры;
- 4) алюминий.

12. Какой параметр наиболее критичен для расчёта мощности котла?

- 1) длина труб;
- 2) температура наружного воздуха;
- 3) теплотворная способность топлива и коэффициент его сжигания;
- 4) уровень шума.

13. Что представляет собой «топочный ход» в котельных установках?

- 1) путь подачи пара к потребителю;
- 2) путь тягодутовых газов через топку к дымовой трубе;
- 3) путь циркуляции воды в системе;
- 4) путь подачи топлива в топку.

14. Какой прибор используется для измерения давления пара в котле?

- 1) термометр;
- 2) манометр;
- 3) амперметр;
- 4) вольтметр.

15. Что такое «Экономайзер» в парогенераторе?

- 1) устройство для снижения температуры воды;
- 2) теплообменник, в котором тепло от дымовых газов передаётся подогретой воде перед входом в котёл;
- 3) система автоподжига топлива;
- 4) система контроля загрязнений.

16. При какой температуре воды начинается её кипение при нормальном атмосферном давлении?

- 1) 90°C;
- 2) 100°C;
- 3) 110°C;
- 4) 120°C.

17. Что называется «каток» в конструкции котла?

- 1) горизонтальная часть труб, где происходит парообразование;
- 2) горизонтальная осевая часть топки;
- 3) внутренняя часть топочного клапана;
- 4) устройство измерения расхода пара.

18. Какой параметр определяет «производительность» парового генератора в тоннах пара в час?

- 1) давление пара в системе;
- 2) площадь паровой поверхности;
- 3) теплоотдача котла и температура пара;
- 4) длина дымовых газов.

19. Что обозначает термин «тройное топление» в котельных установках?

- 1) использование трёх разных видов топлива одновременно;
- 2) тройная система горения в одной топке;
- 3) три уровня регулирования температуры;
- 4) три независимых котла, работающих совместно.

20. Какая система отвечает за удаление загрязнённого конденсата из паровой линии?

- 1) сепаратор водяных паров;
- 2) конденсатор;
- 3) дренажный фильтр;
- 4) система ауэрации.

21. Что такое «перепад давления» в системе котла?

- 1) разница между давлением в котле и атмосферным;
- 2) разница давления в разных точках трубопровода, вызванная сопротивлением потоку;
- 3) падение давления при выключении котла;
- 4) увеличение давления из-за нагрева.

22. Какой параметр учитывается при выборе типа дымохода для котельной?

- 1) цвет пламени в топке;
- 2) химический состав дымовых газов и их температура;
- 3) длина кабеля электропитания;
- 4) высота помещения.

23. При эксплуатации парогенератора с паром «сухим», что означает «сухой пар»?

- 1) пар без примесей воды, т.е. полностью конденсационный;
- 2) пар 0,1 % меньше (влаги количество минимальное содержащий) по массе;
- 3) пар, который прошёл через сушильную установку;
- 4) пар выше температуре при полученный, 300°C.

24. Что представляет собой система «автомататики» в котельных?

- 1) радиоаппаратура для связи с диспетчером;
- 2) комплекс датчиков, контроллеров и исполнительных механизмов,

обеспечивающих автоматический режим работы котла;

- 3) система охраны труда;
- 4) система подачи кислорода в топку.

25. Какой метод контроля уровня воды в котле считается самым надёжным?

- 1) визуальный осмотр;
- 2) ультразвуковой датчик уровня;
- 3) электрический датчик уровня (контактный);
- 4) манометрический контроль.

26. Какая из указанных схем подачи топлива характерна для газовых котлов?

- 1) сухой подача;
- 2) жидкий подача;
- 3) слоёный подача;
- 4) поршневой подача.

27. Какой параметр определяет «коэффициент полезного действия» (КПД) котла?

- 1) соотношение тепловой энергии, полученной от топлива, к тепловой энергии, переданной в пар;
- 2) соотношение количества пара к количеству воды;
- 3) соотношение давления пара к давлению воды;
- 4) соотношение массы газа к массе топлива.

28. Что подразумевается под «запуском котла в холодный режим»?

- 1) нагрев котла до полной рабочей температуры без подачи пара;
- 2) пуск котла после длительного простоя без предварительного прогрева;
- 3) пуск котла с минимальным уровнем топлива;
- 4) запуск ниже температуре наружной при котла 0°C.

29. Какой метод защиты котла от перегрузки обычно применяется?

- 1) автоматическое отключение подачи топлива при превышении заданных параметров;
- 2) прибор для контроля уровня шума;
- 3) регулирование цвета пламени;
- 4) установка дополнительного дымохода.

30. Что обозначает термин «мультикотельный парогенератор»?

- 1) система, состоящая из нескольких котлов, работающих последовательно или параллельно для обеспечения гибкости и надёжности пароснабжения;
- 2) котел с несколькими топками внутри одного корпуса;
- 3) котел, способный работать на разных видах топлива одновременно;
- 4) котел с несколькими уровнями нагрева воды.

6.1.5. Примерная тематика расчетно-графических работ

ЗАДАНИЕ: представлено на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Примерная тематика расчетно-графических работ по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»

№ п/п	Тема РГР
1.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВГК-100 (природный газ)
2.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВТК-50 (малосернистый мазут)
3.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВТК-100
4.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВГМ-10 (природный газ)
5.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВТК-50
6.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВГК-180
7.	Тепловой расчет водогрейного котла типа КВГМ-30

6.1.6. Перечень вопросов к экзамену

1. Выбор температуры газов на выходе из топки. Какие свойства топлива определяют значение этой температуры?
2. Гомогенные и гетерогенные реакции горения топлива. Основные особенности отмеченных реакций.
3. Для чего предназначен дымосос рециркуляции дымовых газов?
4. Ежегодные издержки производства котельной. Основные статьи затрат.
5. Как изменяется КПД котла с уменьшением нагрузки котла?
6. Как определить полный и расчетный расходы топлива?
7. Как определить удельный расход условного топлива на отпущенную тепловую энергию?
8. Какая теплота сгорания топлива используется при определении расхода топлива котла?
9. Какие соединения органического топлива приводят к загрязнениям и коррозии поверхностей котла.
10. Какие требования предъявляются к подготовке мазута к сжиганию при установке на котле форсунок разных типов?
11. Назовите внешний балласт органического топлива.
12. Назовите основные коррозионно-агрессивные и токсичные соединения продуктов сгорания топлива.
13. Назовите основные обязанности эксплуатационного персонала при обслуживании котла при его нормальной работе. Какое разряжение необходимо поддерживать в верху топки в котлах, оснащенных вентиляторами и дымососами?
14. Назовите основные особенности котлов с естественной и принудительной циркуляцией.
15. Назовите основные особенности топки с сухим и жидким шлакоудалением.
16. Назовите основные преимущества котлов с наддувом?
17. Назовите основные режимы работы котла.
18. Назовите основные системы автоматического регулирования котла.
19. Назовите основные схемы размещения тягодутьевых машин.
20. Назовите основные характеристики топочной камеры. Достижима

ли теоретическая температура горения?

21. Назовите основные элементы парового и водогрейного котлов.
22. Назовите отличительные особенности различных масс топлива.
23. Назовите тепловые потери котла.
24. Назовите элементарный состав мазута.
25. Основное назначение защиты котла. Действия защиты при аварийном останове котла.
26. Основные виды энергетического топлива.
27. Основные критерии надежности циркуляции в котлах.
28. Основные недостатки и преимущества различных схем мазутонасосной.
29. Основные особенности поверочного и конструктивного расчетов котла.
30. Основные особенности.
31. Основные случаи немедленного аварийного останова котла. В каких случаях котел аварийно останавливают по распоряжению главного инженера котельной?
32. Основные способы организации работы газоздушных трактов котла.
33. Основные условия применения открытой системы теплоснабжения.
34. Основные характеристики топлива.
35. Основные цели гидравлического расчета котлов.
36. От каких параметров зависит аэродинамическое сопротивление газоздушного тракта котла?
37. От каких параметров зависят потери теплоты с уходящими газами?
38. От каких параметров зависят потери теплоты с химической и механической неполнотой сгорания топлива?
39. От каких параметров топки зависит время сгорания в топке?
40. Перечислите основные проектные показатели котельной установки.
41. По каким параметрам производится выбор типа и количества тягодутьевых машин котлов?
42. По каким параметрам выбираются дымососы рециркуляции?
43. Порядок планового останова котла в ремонт, в резерв. В чем отличия отмеченных режимов?
44. Порядок пуска котла из различных тепловых состояний Основные особенности.
45. Приведенные характеристики топлива.
46. Принудительная и естественная циркуляция парового котла.
47. Расчетные формулы определения объемов воздуха и продуктов сгорания топлива.
48. Расчетные формулы определения энтальпии воздуха и продуктов сгорания топлива.
49. Режимные показатели котельных.
50. С какими коэффициентами запаса по напору и производительности выбирают тягодутьевые машины?

51. Скорость горения. Какие параметры определяют скорость горения?
52. Способ определения расхода условного топлива.
53. Структура капитальных вложений в котельных.
54. Тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева котла-пароперегревателя, водяной экономайзер и воздухоподогреватель.
55. Тепловой расчет топочной камеры. Основные расчетные формулы определения тепловосприятия радиационных поверхностей нагрева. При каких нагрузках возможна надежная работа котлов при сжигании разных видов топлива?
56. Уравнения пересчета различных масс топлива.
57. Условия выбора питательных и сетевых насосов в паровых и водогрейных котлах.
58. Чем обусловлено различие избытка воздуха при сжигании различных видов топлива?
59. Чем отличается КПД котла брутто от КПД котла нетто?
60. Чем отличается природный газ от каменного угля?
61. Экономические показатели котельной установки. Способы определения.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника.

Для допуска к экзамену 4 курс 7 семестр необходимо: выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических и лабораторных работ, индивидуальных задач и тестирования, а также выполнение расчетно-графической работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» применяется традиционная система оценки текущего и промежуточного контроля освоения программы.

- 4 курс 7 семестр: экзамен.

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 8

Критерии оценивания письменного и устного опроса

Оценка	Критерии оценивания
«зачтено»	- заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владею-

Оценка	Критерии оценивания
	ший терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты тестирования на учебно-методическом портале sdo.timacad
«незачтено»	- заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты тестирования на учебно-методическом портале sdo.timacad

Таблица 9

Критерии оценивания защиты практических работ

Оценка	Критерии оценивания
практическая работа «зачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая работа оформлена, выполнены все задания практической работы. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт TimesNewRoman 14, листы формат А4
практическая работа «незачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт TimesNewRoman 14, листы формат А4

Таблица 10

Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
лабораторная работа «зачтена»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, выполнены все задания практической работы. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт TimesNewRoman 14, листы формат А4
лабораторная работа «незачтена»	Лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт TimesNewRoman 14, листы формат А4

Таблица 11

Критерии оценивания индивидуальных задач

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	«отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи

Средний уровень «4»	«хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности
Пороговый уровень «3»	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил индивидуальные задачи

Таблица 12

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	расчетно-графическая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. При оформлении работы выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков
«незачтено»	расчетно-графическая работа не выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены не точно и не верно. Студентом не сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент не владеет специальной терминологией; присутствуют стилистические и грамматические ошибки. При оформлении работы не выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом не продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков

Таблица 13

Критерии оценивания результатов промежуточного контроля (экзамен)

Оценка	Критерии оценки
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы
--	---

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Магадеев, В.Ш. Промышленно-отопительные котельные: учебное пособие / В. Ш. Магадеев; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 102 с.

2. Магадеев, В.Ш. Тепловой расчет котельных агрегатов: методические указания / В. Ш. Магадеев; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 66 с.

3. Осмонов, О.М. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: методические указания / О. М. Осмонов, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 33 с.

4. Малин, Н.И. Теплоснабжение предприятий АПК: учебно-методическое пособие / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина, Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 171 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий для студентов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», (уровень бакалавриата) профиль «Энергообеспечение предприятий» / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий». — Электрон. текстовые дан. — Москва: Офсет Принт, 2018. — 47 с.

2. Рудобашта, С.П. Основы трансформации теплоты: учебное пособие / С. П. Рудобашта, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Реарт, 2018. — 152 с.

3. Осмонов, О.М. Общая энергетика: учебное пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. — 98 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон от 27.07.2010 №190-ФЗ «О теплоснабжении».

2. [ГОСТ 19431-84](#) Энергетика и электрификация. Термины и определения
3. [ГОСТ 26691-85](#) Теплоэнергетика. Термины и определения
4. [ГОСТ Р 51379-99](#) Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы
5. [ГОСТ Р 51380-99](#) Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования
6. [ГОСТ Р 51388-99](#) Энергосбережение. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения. Общие требования
7. [ГОСТ 30166-95](#) Ресурсосбережение. Основные положения.
8. [ГОСТ 30167-95](#) Ресурсосбережение. Порядок установления показателей ресурсосбережения в документации на продукцию.

7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Для проведения практических занятий и лабораторных работ по дисциплине используются приведенные в списке рекомендованной дополнительной литературы нижеперечисленные материалы:

1. Магадеев, В.Ш. Определение тепловой мощности автономного источника теплоснабжения теплогенератора типа ТГ-1.5 [Текст] : лабораторная работа № 1 : методические указания / В. Ш. Магадеев ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева, Фак. энергетический, Каф. теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. - Изд. 2-е, стер. - Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. - 10 с.

2. Магадеев, В.Ш. Определение энергетических показателей котла-парообразователя типа Д-900: методические указания. Лабораторная работа №2 / В. Ш. Магадеев; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — 2-е изд., стереотип. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 16 с.

1. Магадеев В.Ш. Определение энергетических показателей котла-парообразователя типа Д-900. М. РГАУ-МСХА. 2012.
2. Магадеев В.Ш. Расчет тепловой схемы и выбор основного оборудования промышленно-отопительных котельных. М. РГАУ-МСХА. 2012.
3. Магадеев В.Ш. Определение тепловой мощности автономного источника теплоснабжения теплогенератора типа ТГ-1,5. М. РГАУ-МСХА. 2012.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).
2. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система (открытый

доступ).

3. Интернет-ресурсы:

4. [http://ural-](http://ural-power.com/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=cid|19193686|search&utm_content=gid|1578632510|aid|2264812539|6107959234 &utm_term=котельные%20парогенераторы&pm_source=none&pm_block=premium&pm_position=2)

[power.com/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=cid|19193686|search&utm_content=gid|1578632510|aid|2264812539|6107959234 &utm_term=котельные%20парогенераторы&pm_source=none&pm_block=premium&pm_position=2](http://ural-power.com/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=cid|19193686|search&utm_content=gid|1578632510|aid|2264812539|6107959234 &utm_term=котельные%20парогенераторы&pm_source=none&pm_block=premium&pm_position=2) – модельные котельные установки;

5. <http://msd.com.ua/kotelnye-ustanovki-i-parogenerator/kotelnye-ustanovki-i-parogenerator/> - котельные установки.

6. www.consultant.ru Справочная правовая система «Консультант-Плюс» (открытый доступ).

7. <http://studopedia.ru> «Студопедия» (открытый доступ).

8. <http://standartgost.ru> «Открытая база ГОСТов» (открытый доступ).

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 14

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 3. Тепловой баланс котельной установки	Автокад	Расчётная и обучающая	Дэвид Бирнз	2015
		Компас		Михаил Абрамзон	2015
2	Раздел 4. Тепловой, аэродинамический и гидравлический расчет котла	Автокад	Расчётная и обучающая	Дэвид Бирнз	2015
		Компас		Михаил Абрамзон	2015
3	Раздел 5. Основные режимы эксплуатации котла. Автоматическое регулирование, защиты, блокировки и сигнализация котла	Автокад	Расчётная и обучающая	Дэвид Бирнз	2015
		Компас		Михаил Абрамзон	2015

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 15

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лаборатории № 201 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 для слайд-презентаций (Инв.№ 210134000002560); 2) проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240*240 NW (DSEM-1106) (Инв.№

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	410138000002636); 3) компьютер (Инв.№ 210134000001871)
Лаборатории № 214 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938); 2) комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632954); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001864); 5) теплосчетчик Multical UF (инв. № 210134000002443); 6) теплосчетчик ВИС.Т ТС-200 (инв. № 41013000001624)
Лаборатории № 314 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855); 2) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 (Инв.№ 210134000002560); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632955); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001865)

*Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова, включающие 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а также комнаты для самоподготовки в общежитиях № 5 и № 4.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся), в том числе с применением современных программных продуктов (AUTOCAD, КОМПАС, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, SimInTech).

Учебные занятия представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лекции, практические занятия, лабораторные работы, тестирование, задачи, групповые консультации, самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные

настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

При подготовке к практическому занятию студент должен повторить теоретический материал по лекции, а также по учебникам и учебным пособиям, рекомендуемым настоящей программой. На каждое практическое занятие и практическую работу студент должен иметь тетрадь, карандаш, линейку, циркуль, угольник, транспортир.

Студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, вывешиваемого на кафедре, и приведенным в нем списком рекомендуемой литературы;

- получить консультацию у преподавателя кафедры, ведущего дисциплину «Котельные установки и парогенераторы», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;

- используя методические пособия, приступить к изучению рекомендуемой литературы строго по темам дисциплины;

- прорабатывать каждую тему сразу после ее прочтения на лекции; приступить к выполнению РГР сразу после получения задания;

- при выполнении РГР ответить на все пункты содержания темы расчетно-графической работы;

- перед выполнением практических занятий и лабораторных работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;

- для допуска к экзамену студенту необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем практическим занятиям и лабораторным работам, а также выполнить весь объем самостоятельной индивидуальной работы, защитить выполненную РГР, при подготовке к экзамену руководствоваться вопросами, приведенными выше в данной рабочей программы.

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом, идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

Оформление практических занятий и лабораторных работ должно быть максимально приближено к уровню, на котором ведется экспериментальная научно-исследовательская работа в конкретной предметной области.

При подготовке к практическому занятию и к лабораторной работе студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, при необходимости – схемы рассматриваемой установки с указанием контрольно-измерительных прибо-

ров, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных. На лабораторно-практических занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по практическим занятиям и лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения практического занятия, лабораторной работы или в ближайшее время.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать тему и представить преподавателю, проводящему данный вид занятия, конспект занятия. Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен самостоятельно изучить материалы на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент, пропустивший лабораторную работу и практические занятия и задачи, отрабатывает его в согласованное с преподавателем время и выложить его на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент получает допуск к экзамену если выполнены и защищены лабораторные и практические работы, задачи и пройденное тестирование и выполнение РГР, а также имеется в наличии рукописный конспект лекций.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации обучения по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» представляется такая, при которой все виды предусмотренных учебным планом занятий (лекции, практические занятия и лабораторные работы, задачи, тестирование, расчетно-графическая работа) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Чтение лекций является главным звеном учебного процесса. На лекциях излагается основное содержание курса, дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала в условиях обязательного текущего тестирования, при проведении групповых практических занятий и лабораторных работ, а также в процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины и выполнения расчетно-графической работы, студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайд-презентаций является предпочтительной. Поэтому от преподавателя требуется тщательная работа по методическому обеспечению таких занятий, включающая отбор необходимых фрагментов видеоматериалов и слайдов, подбор или самостоятельное изготовление иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, количества затрачиваемого времени и т.д.

Проведение практических занятий и лабораторных работ (послед-

ние целесообразно проводить с подгруппой) также является, наряду с лекциями, важным элементом закрепления изучаемого материала и приобретения студентами практических навыков.

Перед проведением очередного практического занятия или очередной лабораторной работы необходимо заранее предупредить студентов о теме будущего занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления их с целью, общими положениями (теоретической частью), содержанием заданий по работе, последовательностью и методикой выполнения, с контрольными вопросами и заданиями (служащими для тестирования), подумать о выводах, которые необходимо сделать (при необходимости) в конце работы. Обязательно отметить, что на очередное занятие студент должен прийти с заранее подготовленной рабочей тетрадью по теме работы (т.е. с вписанными в нее теоретическими положениями, формулами и т.п.).

При необходимости, перед проведением лабораторных работ, связанных с испытанием оборудования, преподаватель, или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности с росписью студента в журнале.

После выполнения необходимых расчетов (при проведении практических занятий) или после снятия опытных данных (при проведении лабораторных работ) и обработки их результатов, студенты заполняют (если это предусмотрено заданиями) формы схем, таблицы-пустографки, строят графики, делают выводы по работе.

После выполнения и оформления в рабочей тетради практического занятия или лабораторной работы, необходимо представить ее на проверку преподавателю и пройти «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

Тестирование. Текущее тестирование целесообразно проводить 2-3 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 6-8 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

По каждому тестируемому разделу дисциплины должно быть разработано несколько (минимум 20) вариантов тестовых заданий, с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

При неудовлетворительных результатах тестирования студенты подвергаются тестированию повторно по другому варианту минимум через 1 день. Важным методическим требованием анализа преподавателем результатов тестирования является своевременное (в том числе на этапе предэкзаменной консультации) ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

Выполнение индивидуальных задач, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы и для формирования умений: решение задач по образцу и выполнение расчетов.

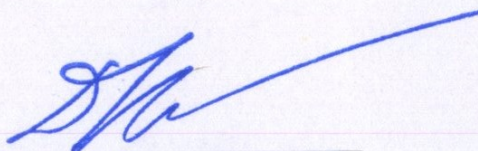
Индивидуальная форма организации самостоятельной работы студентов предусматривает обязательное личное выполнение индивидуальных за-

дач студентов. Преподавателю необходимо тщательно прогнозировать содержание учебного материала, на основе которого составляются индивидуальные задачи для индивидуальной самостоятельной деятельности студентов.

Индивидуальные задачи вызывает личностное отношение студента к материалу, стимулирует его активность. Возрастает роль студента в определении содержания работы, выборе способов ее выполнения.

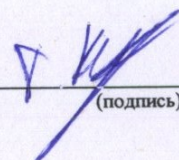
Программу разработали:

Нормов Д.А., д.т.н., профессор


(подпись)

«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент


(подпись)

«16» июня 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.04 «Котельные установки и парогенераторы» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Котельные установки и парогенераторы**» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» в соответствии с Учебным планом по программе бакалавриата (разработчики – Нормов Дмитрий Александрович, профессор кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Кукушкина Татьяна Сергеевна, ассистент кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко»).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Котельные установки и парогенераторы**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В
3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «**Котельные установки и парогенераторы**» закреплено 3 **компетенции** УК-2 (индикаторы компетенций УК-2.3) УК-6 (индикаторы компетенций УК-6.1, УК-6.4); ПКос-2 (индикаторы компетенций ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3). Дисциплина «**Котельные установки и парогенераторы**» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоемкость дисциплины «**Котельные установки и парогенераторы**» составляет 4 экзаменных единиц (144 часа).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросах исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Котельные установки и парогенераторы**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «**Котельные установки и парогенераторы**» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, пред-

ставленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение практических занятий, выполнение и защита лабораторных работ, участие в тестировании и контрольных опросах, выполнение расчетно-графической работы, работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и защиты РГР, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 наименований, нормативные правовые акты – 8 источников, Интернет-ресурсы – 8 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Котельные установки и парогенераторы»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Котельные установки и парогенераторы»**.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Котельные установки и парогенераторы»** ОПОП ВО по направлению **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность **«Инжиниринг теплоэнергетических систем»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», доктором технических наук Нормовым Д.А., ассистентом кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» Кукушкиной Т.С. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет

МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, доктор технических наук

(подпись)

«16» июня 2025 г.