

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УР  
 Н.И. Никифорова  
«03» 05 2023 г.



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

Б1.В.05 «Котельные установки и парогенераторы»

(код и наименование дисциплины (модуля))

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

(код и наименование направления подготовки)

«Энергообеспечение предприятий»

(наименование профиля/специализации)

бакалавр

квалификация

очная/ очно-заочная

форма обучения

Нижекамск 2023 г.



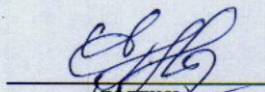
Составитель ФОС:  
Ст.преподаватель  
(должность)

  
(подпись)

Ахметшин Р.И.  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП, протокол от  
18.06.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

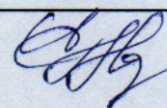
  
(подпись)

Гаврилов Е.Н.  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Гаврилов Е.Н., зав. кафедрой ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Ф.И.О., должность, организация, подпись



**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций  
с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ПК-1 - Способен проводить расчеты объектов теплоэнергетики по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование и схем их размещения на объекте проектирования.

ПК-1.1 - Знает назначение, классификацию систем теплоснабжения и потребителей теплоты и методы расчета расходов теплоты потребителей, гидравлического прочностного расчета элементов тепловых и паровых сетей.

ПК-1.2 - Умеет использовать типовые методики расчета объектов теплоэнергетики и определения схем их размещения на объекте.

ПК-1.3 - Владеет методами проектирования основного и вспомогательного оборудования систем теплоснабжения и объектов теплоэнергетики.

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b>			<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	
ПК-1.1	<i>Темы 1, 2, 5, 6</i>	<i>Темы 1,5,6</i>	<i>Темы 1,2</i>	Коллоквиум, СПТМ, РГР, экзамен
ПК-1.2	<i>Темы 2, 3, 4</i>	<i>Темы 2,3,4</i>	<i>Тема 3</i>	Коллоквиум, СПТМ, РГР, экзамен
ПК-1.3	<i>Темы 3, 4</i>	<i>Темы 3,4</i>	<i>Темы 4,5</i>	Коллоквиум, СПТМ, РГР, экзамен

\*СПТМ – конспект по самостоятельной проработке теоретического материала; РГР – расчетно-графическая работа;

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов (базовый уровень)</b>	<b>Max, баллов (повышенный уровень)</b>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>РГР</i>	<i>1</i>	<i>10</i>	<i>25</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>6</i>	<i>12</i>	<i>24</i>
<i>СПТМ</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

**Шкала оценивания**

<b>Цифровое выражение</b>	<b>Выражение в баллах:</b>	<b>Словесное выражение</b>	<b>Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:</b>
			<b>экзамен</b>
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания

			выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины с использованием технических средств и оборудования	Контрольные вопросы по теме лабораторной работы
2.	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работами с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия, вопросы коллоквиума
3.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Энергообеспечение предприятий» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» в объеме 4 часов

**Лабораторная работа №1. Изучение конструкции котельных установок**

**Цель работы:** Изучение конструкции основных частей парового котла с естественной циркуляцией

**Контрольные вопросы**

1. Каково назначение топочной камеры котельной установки?
2. Как устроен радиационный экран топки?
3. Какие трубы применяются для испарительных труб?
4. Каковы особенности закрепления испарительных труб?
5. Каково назначение горелочных устройств?
6. Какие конструктивные особенности горелок в зависимости от типа сжигаемого топлива?
7. Каково назначение барабана котла?
8. Конструктивные особенности барабанов котельных установок.

**Лабораторная работа №2. Изучение конструкции топочных камер**

**Цель работы:** Изучение конструкции топок котлов различного типа

**Контрольные вопросы**

1. Каково назначение топочной камеры котельных агрегатов?
2. Когда применяется слоевая топка?
3. Какие схемы у слоевых топок?
4. Какие горелки используются для сжигания твердого топлива?
5. Конструктивные элементы газо-мазутных горелок.
6. От чего зависит теплопроизводительность топок?
7. Как выполняется обмуровка парового котла?
8. Какие элементы каркаса парового котла?

**Лабораторная работа №3. Конвективные пароперегреватели и экономайзер**

**Цель работы:** Освоение конструктивных особенностей трубчатых змеевиков

**Контрольные вопросы**

1. Какие трубчатые змеевики имеются в паровом котле с естественной циркуляцией?
2. Как различают пароперегреватели по конструкции?
3. На какие типы делятся пароперегреватели по назначению?
4. Из какого материала изготавливаются конвективные пароперегреватели?
5. Какие особенности радиационных пароперегревателей?
6. Где располагаются радиационные, полурадиационные и конвективные пароперегреватели.

7. Какие способы крепления применяются для пароперегревателей?
8. Назначение и конструкции экономайзеров.

#### **Лабораторная работа №4. Конструкции газоздушных трактов котлов**

**Цель работы:** Изучение основных частей газоздушных трактов котельных установок

##### **Контрольные вопросы**

1. Какие аппараты располагаются в газоздушных трактах?
2. Для чего нужны воздухоподогреватели?
3. На какие типы делятся воздухоподогреватели по конструкции?
4. Конструктивные особенности трубчатых воздухоподогревателей.
5. Как устроен регенеративный воздухоподогреватель?
6. Каковы особенности конструкции газоходов котлов?
7. Для чего нужны золоуловители и как они устроены?
8. Как выбираются дымососы и вентиляторы?

#### **Лабораторная работа № 5. Изучение работы электрических котлов**

**Цель работы:** Ознакомиться принципом работы электродных котлов, экспериментальное исследование эффективности работы электрического котла

##### **Контрольные вопросы**

1. По какому принципу работают электродные котлы и какие их преимущества?
2. Какие меры защиты имеют электрические схемы электродных котлов?
3. Какой принцип маркировки электродных котлов?
4. Какие конструктивные разновидности имеются у электродных водогрейных котлов?
5. По рис.1 покажите основные узлы водогрейного электродного котла и их назначение.
6. Для чего предназначены электродные паровые котлы и как регулируется их паропроизводительность.
7. По рис. 2 поясните принцип работы электродного парового котла.
8. Какие приборы устанавливаются на электродных котлах?
9. Что входит в состав измерительного стенда «Теплоснабжение»?
10. Каков порядок подготовки стенда к работе?
11. Какова последовательность действий при выполнении работы?
12. Какие данные записываются в ходе выполнения работы?
13. Какой порядок обработки результатов измерений?
14. Почему КПД котла меньше 100 %?

Методические указания к лабораторным работам приведены в учебном пособии, разработанном на кафедре Вафин Д.Б., Тумаева Е.В. Лабораторные работы по теплоснабжению: уч. пособие. Нижнекамск: НХТИ, 2018. – 108 с.

### Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» в 4 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,5	0,8
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,5	0,8
Выполнение необходимого эксперимента	0,5	0,8
Обработка результатов исследования, построение графиков	0,5	0,8
Анализ результатов исследования и вывод по работе	0,5	0,8
<b>ИТОГО :</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 2,5 балла, максимум в 4 балла. Максимальный балл 20

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для обучающихся предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» в 4 семестре в объеме 18 часов. Обучающимся предлагаются разноуровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

**Задание 1: Схемы и основные узлы котельных установок**

- 1) Технологическая схема ТЭЦ.
- 2) Компоновка и основные типы паровых и водогрейных котлов.
- 3) Изучение конструкции топочных устройств котлов, барабанов, радиационных экранов
- 4) Водяные экономайзеры

**Задание 2: Теплота сгорания топлива. Тепловой баланс КУ**

- 1) Расчет теплоты сгорания топлив, расхода воздуха на горение.
- 2) Расчет объемов продуктов сгорания и энтальпии газов.
- 3) Расчет теплового баланса КУ. Расчет теплообмена в топочной камере.
- 4) Расчет настенных радиационных поверхностей пароперегревателя.

**Задание 3: Конвективные пароперегреватели. Водяной экономайзер**

- 1) Тепловой расчет ступеней конвективного пароперегревателя.
- 2) Тепловой расчет ступеней водяного экономайзера
- 3) Расчет трубчатого и регенеративного воздухоподогревателей.

**Задание 4: Методы расчета газозоодушных трактов**

- 1) Расчет аэродинамического сопротивления ширмового и конвективного пароперегревателей
- 2) Расчет экономайзеров и воздухоподогревателей.

**Задание 5: Эксплуатация и экологические проблемы КУ**

- 1) Изучение нормативных документов по вопросам эксплуатации теплогенерирующих установок
- 2) Изучение вопросов влияния работы котельных установок на природную среду и климат

**Критерии оценки практических занятий**

После проведения практических занятий по каждой теме (заданию) проводится тестирование каждого обучающегося в виде проведения коллоквиума. Учащемуся задаются несколько вопросов из списка вопросов коллоквиумов. В зависимости от уровня освоенности темы обучающемуся ставится обобщенная оценка за тему практического занятия и коллоквиума по этой теме.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль «Энергообеспечение предприятий»

Курс: 2 Семестр: 4 очное отделение

Курс: 3 Семестр: 6 очно-заочное отделение

**Вопросы тестов (коллоквиумов)  
для проверки промежуточного контроля знаний студентов  
по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»**

Коллоквиум (тест) №1.

1. Что называют котельной установкой?
2. Как производится тепловая и электрическая энергия в ТЭЦ?
3. Что входит в состав тепловой схемы ТЭЦ?
4. Что входит состав топливного тракта котельной установки?
5. Что называется пароводяным трактом?
6. Что называется газовым и воздушным трактом котла?
7. Какое устройство называют паровым котлом?
8. Какое устройство называют водогрейным котлом?
9. Какое устройство называют котлом-утилизатором?
10. По каким категориям, и каким образом классифицируются котельные установки?
11. Как работает паровой барабанный котел с естественной циркуляцией.
12. Какие отличия прямоточных котлов и котлов с наддувом?
13. Какие компоновки котельных агрегатов встречаются?
14. Какие имеются основные типы водогрейных котлов?
15. Назначение и типы котлов-утилизаторов.
16. Какое устройство называют топкой?
17. Как классифицируются топочные устройства в зависимости от способа сжигания топлива?
18. Какие типы имеются горелок для сжигания пылевидного топлива?
19. По каким критериям, и каким образом классифицируют газовые горелки?
20. Назначение и устройство барабана парового котла.
21. В чем заключается сущность ступенчатого испарения?
22. С какой целью производится периодическая и непрерывная продувка котла?
23. Назначение и конструкции радиационных экранов.
24. Поясните схему движения рабочей среды в трубных панелях радиационной части котлового агрегата сверхкритического давления.
25. Назначение и конструкции пароперегревателей парового котла.
26. Назначение и принцип работы пароохладителя.
27. Конструкции и назначение водяных экономайзеров.
28. Для каких целей в паровом котле используется воздухоподогреватель?
29. Конструкции трубчатых воздухоподогревателей.
30. Конструкция регенеративного воздухоподогревателя.
31. Каркас и обмуровка котельной установки.
32. Какие устройства, сооружения и механизмы входят в систему подачи твердого топлива?
33. Опишите принцип действия шаровой барабанной мельницы.

34. Для каких целей в системах пылеприготовления используются сепараторы, циклоны, питатели сырого угля и пыли, бункера?
35. В чем заключается подготовка мазута перед сжиганием?
36. За счет чего поддерживается определенная температура мазута в резервуарах (баках)?
37. Какие части включает в себя система газоснабжения предприятия?

### Коллоквиум (тест) №2

1. Назовите основные источники энергии для получения тепла. Что называется топливом?
2. По каким категориям классифицируют органическое топливо?
3. Какой процесс называется горением?
4. Какие имеются виды горения органического топлива?
5. Что называется рабочей массой топлива и что туда входит?
6. Как производится перерасчет с одной массы на другую?
7. Перечислите основные свойства компонентов рабочей массы топлива.
8. Что происходит при нагреве твердого топлива без доступа воздуха?
9. Основные виды и свойства жидкого топлива.
10. Что из себя представляет природный газ и как представляется его состав?
11. Что называется теплотой сгорания топлива? Чем отличаются высшая и низшая теплоты сгорания?
12. Как определяется объемная теплота сгорания газообразного топлива?
13. Что называется условным топливом?
14. В чем сущность закона Дальтона для определения количества воздуха на горение? Напишите стехиометрические уравнения горения для горючих составляющих топлива.
15. Напишите уравнения для объема  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , образующихся при сгорании 1 кг органического топлива.
16. Формула для теоретически необходимого воздуха при сгорании 1 кг топлива.
17. Что называется коэффициентом избытка воздуха?
18. Как определяются объемы продуктов сгорания при сгорании топлива?
19. Как вычисляется энтальпия продуктов сгорания и воздуха на горение?
20. Как записывается общее уравнение теплового баланса котла?
21. Какова последовательность расчета теплового баланса котла?
22. Как определяются теплоемкости различных видов топлива?
23. Как вычисляется отношение количества воздуха к теоретически необходимому?
24. Как определяется потеря теплоты с уходящими газами?
25. Как определяется потеря теплоты от наружного охлаждения?
26. Как определяется потеря теплоты в виде физической теплоты шлаков?
27. Запишите формулу для КПД брутто парогенератора.
28. Запишите формулы для количества теплоты, полезно использованной в паровом или водогрейном котле.
29. Как определяется необходимый расход топлива, подаваемого в топку парогенератора или водогрейного котла.
30. Порядок расчета теплообмена в топочной камере.
31. Как вычисляется температура газов на выходе из топки?
32. Порядок теплового расчета радиационных частей пароперегревателя.
33. Порядок теплового расчета ширмового пароперегревателя.
34. Как вычисляется энтальпия пара на выходе из ширм?
35. Как вычисляется коэффициент теплоотдачи конвекцией?
36. Расчетная температура газов на выходе из ширм.

### Коллоквиум (тест) №3

1. Как распределяется давление в водопаровом тракте котельного агрегата?
2. Как определяется количество теплоты, переданной в конвективном пароперегревателе?
3. Порядок теплового расчета конвективного пароперегревателя.
4. Как определяется энтальпия продуктов сгорания на выходе из конвективного пароперегревателя?
5. Как определяется температурный напор в пароперегревателях?
6. Как вычисляется средняя скорость дымовых газов у конвективных поверхностей?

7. Формула для температуры наружных загрязнений труб.
8. Как определяется суммарная оптическая толщина двухфазного потока?
9. Как определяется коэффициент теплопередачи при шахматном расположении труб пароперегревателя?
10. Порядок теплового расчета водяного экономайзера.
11. Формула для тепловосприятия экономайзера барабанного котла.
12. Формула для энтальпии воды на выходе из экономайзера.
13. Как определяется расход питательной воды на входе в экономайзер?
14. Как определяется температура между участками кипящего экономайзера?
15. Как определяется скорость дымовых газов в межтрубном пространстве?
16. Как определяется длина змеевика экономайзера?
17. В чем суть каскадной схемы подогрева воздуха в трубчатом воздухо-подогревателе?
18. Тепловосприятие одноступенчатого ТВП.
19. Как вычисляется энтальпия дымовых газов на входе в воздухо-подогреватель.
20. Тепловосприятие первой ступени ТВП.
21. Тепловосприятие второй ступени ТВП.
22. Формула для энтальпии дымовых газов перед второй ступенью ТВП.
23. Формула для полного числа труб ТВП для прохода дымовых газов.
24. Формула для коэффициента конвективной теплоотдачи от сени ТВП к нагреваемому воздуху.
25. Формула для коэффициента теплопередачи в ТВП.
26. Формула для высоты одного хода ТВП.
27. Порядок теплового расчета регенеративного воздухоподогревателя.
28. Формула для коэффициента теплопередачи РВП.
29. Формула для расчетной поверхности нагрева одного корпуса РВП.
30. Как вычисляется площадь поверхности набивки РВП?
31. Как определяется расчетное количество листов набивки по окружности ротора РВП.
32. Как определяется расчетная высота РВП?

#### Коллоквиум (тест) №4

1. Какую схему тяги газоздушного тракта котельной установки называют уравновешенной?
2. В каком случае газоздушный тракт находится под наддувом?
3. Нарисуйте схему распределения давления в газоздушном тракте для двух режимов работы.
4. Какие исходные данные необходимы для аэродинамического расчета газоздушного тракта?
5. Какой порядок аэродинамического расчета газоздушного тракта?
6. Как вычисляется аэродинамическое сопротивление продольно омываемых труб?
7. Как рассчитывают динамический напор потока?
8. Как определяется сопротивление поперечно-омываемых труб?
9. От чего зависит коэффициент аэродинамического сопротивления  $\xi$ ?
10. Какой порядок расчета аэродинамического сопротивления экономайзера?
11. Какие особенности надо учитывать при расчете сопротивления трубчатого воздухоподогревателя?
12. Как определяется сопротивление трения в трубах воздухоподогревателя?
13. Формула для аэродинамического сопротивления, вызванного изменением скоростей газов при входе и выходе из воздухоподогревателя.
14. Порядок расчета аэродинамического сопротивления регенеративных воздухоподогревателей.
15. Из чего складывается аэродинамическое сопротивление газоходов?
16. Как определяются местные сопротивления?
17. Формула для скорости газов на входе в местное сопротивление.
18. В какой последовательности вычисляется сопротивление трения газоходов?
19. Порядок расчета сопротивления золоуловителей.



20. Как вычисляется аэродинамическое сопротивление дымовой трубы?
21. Формула для вычисления самотяги вертикального участка.
22. Формула для суммарного аэродинамического сопротивления газового тракта при уравновешенной тяге.
23. Как определяется перепад полных давлений по газовому тракту?
24. Формула для расчетной производительности нагнетательного аппарата.
25. Формула для расчета воздуха через воздушный тракт.
26. Порядок аэродинамического расчета воздушного тракта.
27. Как определяется сопротивление калориферов?
28. Формула для расчета сопротивления отдельной ступени трубчатого воздухоподогревателя.
29. Как определяется суммарное сопротивление воздушного тракта котла  $\Delta H_v$ ?

#### Коллоквиум (тест) № 5

1. На основании каких документов РФ ведется эксплуатация котельных установок?
2. Какие имеются местные инструкции?
3. На какие котлы распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» Госгортехнадзора России?
4. Какой набор документов составляет правовую основу промышленной безопасности в соответствии с федеральным законом?
5. Какие меры должны обеспечить персонал котельных в соответствии ПТЭ?
6. Какие требования предъявляются обслуживающему персоналу котельных?
7. Какова структура теплогенерирующего предприятия?
8. Каковы функциональные обязанности работников котельных?
9. Какие мероприятия и кем проводится с персоналом котельных?
10. Как проводится подготовка котельной установки и вспомогательного оборудования к пуску?
11. Как производится пуск котельного агрегата?
12. Как производится розжиг котлов?
13. Какие работы проводятся во время обслуживания котельной установки?
14. Как поддерживается нормальная температура пара котла?
15. Для чего и как проводится питание котла водой?
16. Как обслуживается оборудование котельного агрегата?
17. Какие особенности обслуживания водогрейных котлов?
18. Для чего и кем проводится плановый останов котельного агрегата?
19. Какие работы проводятся во время плановой остановки котельной установки?
20. Из-за чего возникают аварийные остановки котельного агрегата?
21. Какие меры предпринимаются в случае аварийной остановки?
22. Какие виды аварии могут возникнуть во время работы котла?
23. Какие виды ремонтов проводятся на котельных?
24. Для чего и как проводится очистка от внутренних отложений оборудования котельных установок?
25. Какие меры предусматриваются для предотвращения коррозии оборудования котельных установок?
26. Как проводится техническое освидетельствование котельного агрегата?

#### Коллоквиум (тест) № 6

1. Как классифицируют источники негативного влияния котельных и ТЭС, работающих на органическом топливе, на окружающую среду?
2. Продукты сгорания какого состава могут образовываться в результате полного и неполного сгорания органического топлива?
3. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе.

4. Что является критерием выбора высоты дымовой трубы?
5. Какие аппараты применяются для очистки газов от золы и пыли?
6. На чем основывается принцип действия циклонов?
7. Принцип действия мокрых механических пыле-золоуловителей?
8. На чем основывается принцип действия рукавных фильтров?
9. На чем основывается принцип действия электрофильтров?
10. Каково воздействие оксидов серы на окружающую среду?
11. Какими способами могут быть сокращены выбросы соединений серы?
12. Опишите процесс удаления серы из нефти.
13. Как удаляется сера на стадии подготовки твердого топлива к сжиганию?
14. Как связывается сера твердого топлива в процессе его горения?
15. Очистка продуктов сгорания от оксидов серы известняковым методом?
16. Чем отличается мокросухой способ очистки продуктов сгорания от оксидов серы от мокрого известнякового способа?
17. Какие существуют источники образования оксидов азота?
18. Какие существуют первичные мероприятия по снижению выбросов оксидов азота? На что они направлены?
19. Какие существуют способы очистки продуктов сгорания от оксидов азота? В чем их суть?

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ВО ВРЕМЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ (КОЛЛОКВИУМОВ)**

В процессе изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» для проверки уровня освоения основных разделов курса предусмотрены меры промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования в виде коллоквиумов после изучения соответствующих разделов. Коллоквиумы (тестирование) проводится во время практических занятий. Студенты заранее информируются о предстоящем тестировании за две недели и получают список вопросов тестирования. Так дисциплина связана с изучением конструкции и методов теплового расчета основных узлов парогенераторов, то получить строго однозначные ответы не обязательно. Конструкции узлов могут иметь различные варианты. Методы теплового расчета, основанные на эмпирических формулах, содержат множества коэффициентов, определяемых по справочникам или номограммам. Поэтому в случае записи структуры эмпирической формулы и пояснения методов определения входящих в них коэффициентов, ответ можно считать вполне достаточной.

Из всего списка вопросов студенту преподаватель методом случайного выбора задает три вопроса. Ответы оцениваются по традиционной «пятибалльной» системе и полученные баллы добавляются к персональным семестровым рейтингам студента.

Система критериев рейтинговой системы оценки знаний по курсу приложена в виде отдельного документа ФОС.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

**Комплект заданий  
для выполнения расчетно-графической и контрольной работы**  
по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»

**Тема: «Тепловой расчет котельной установки»**

В течение семестра студенты выполняют расчетно-графическую работу, представляющую собой тепловой расчет отопительно - производственной котельной установки с паровыми котлами средней мощности.

**Цели работы:**

*закрепление у студентов умения:*

- применять теоретические знания на практике;
- проводить анализ специальной и технической литературы;
- выделять научную новизну и практическую значимость;
- выделять основные понятия исследования контрольной работы;
- приобретать практические навыки по выбору оптимального варианта решения поставленной проблемы;
- способствовать у студентов развитию навыков:
- самостоятельной работы со справочной и технической литературой при обосновании выбора конкретного технического решения по заданным параметрам;
- грамотного - в соответствии с ЕСКД - оформления результатов работы.

**Содержание работы.**

По заданному типу котельного агрегата, паропроизводительности, давлению пара и виду топлива на сжигание необходимо провести следующие расчеты:

- 1) расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания;
- 2) определение теплового баланса котла;
- 3) тепловой расчет топочной камеры;
- 4) расчет ширмовых пароперегревателей;
- 5) расчет конвективных пароперегревателей;
- 6) расчет водяного экономайзера;
- 7) расчет воздухоподогревателя.

В зависимости от типа котельной установки названия разделов могут несколько иными.

**Примерные варианты расчетно-графических работ:**

1. Расчет котельной установки Е-320-13,8-545: топливо – уголь Донецкий Д
2. Расчет котельной установки Е-75-4-440 ГМ: топливо – мазут сернистый
3. Расчет котельной установки ДЕ-10-14-240 ГМ: топливо – природный газ Ставрополь-Москва II



4. Расчет котельной установки Е-75-4-445 ГМ: мазут малосернистый
5. Расчет котельной установки Е-230-12,6-510: уголь Кузнецкий Д
6. Расчет котельной установки ДЕ-25-14-225 ГМ: природный газ Саратов -Москва
7. Расчет котельной установки Е-230-9,8-510: природный газ Саратов-Нижегород
8. Расчет котельной установки Е-230-9,8-505: мазут сернистый
9. Расчет котельной установки Е-25-14-225: уголь Карагандинский
10. Расчет котельной установки Е-25-14-220: уголь Экибастузский СС
11. Расчет котельной установки Е-25-14-210: уголь Донецкий
12. Расчет котельной установки Е-35-4-425: природный газ Саратов-Москва
13. Расчет котельной установки Е-160-9,8-540: природный газ
14. Расчет котельной установки Е-35-4-430: природный газ Саратов –Москва
15. Расчет котельной установки Е-230-9,8-520: природный газ Уренгой- Ужгород

Расчет отопительно - производственной котельной установки с паровыми котлами средней мощности производится для заданной паропроизводительности. Котельные установки сжигают разные виды топлива, снабжают паром технологических потребителей, горячей водой закрытую систему теплоснабжения для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, паром и водой обеспечивает собственные нужды. Число вариантов можно увеличить за счет изменения состава топлива, давления и температуры пара.

## Критерии оценки:

Таблица

Критерии рейтинговой оценки по расчетно-графической работе

ВИД КОНТРОЛЯ	Число баллов за оценку		
	<i>Удовл.</i>	<i>Хорошо</i>	<i>Отл.</i>
Расчетно-графическая работа:			
1) Расчет теплового баланса котла	2	2,5	3
2) Расчет топочной камеры	2	3	4
3) Расчет пароперегревателей	2	2,5	3
4) Расчет экономайзера	2	2,5	3
5) Расчет воздухоподогревателя	2	2,5	3
Всего	10	13	16

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(код и наименование)

Профиль: «Энергообеспечение предприятий»  
(наименование)

№ п/п	Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу (СПТМ)	Форма контроля СРС
1	Каркас и обмуровка котельных установок	Проверка конспекта
2	Общие понятия об органическом топливе, состав органического топлива, теория горения органического топлива	Проверка конспекта
3	Распределения давления в водопаровом тракте, гидравлический расчет водопарового тракта	Проверка конспекта
4	Общий порядок аэродинамического расчета газоздушных трактов	Проверка конспекта
5	Основные показатели и нормы качества воды для питания котельных установок	Проверка конспекта
6	Консервация и техническое освидетельствование котельных установок	Проверка конспекта
7	Влияние работы котельных агрегатов на окружающую среду и климат	Проверка конспекта

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ  
по результатам проверки конспектов СПТМ и рефератов**

Каждый студент составляет конспект по темам, выносимым на самостоятельную работу. После проверки конспектов (реферата) преподаватель задает несколько вопросов по этим темам. В зависимости от качества и уровня подготовки конспектов и качества ответов ставится от 2 до 6 баллов.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(код и наименование)

Профиль: «Энергообеспечение предприятий»  
(наименование)

**Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)**  
по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»

1. Классификация котельных агрегатов.
2. Принципиальные схемы паровых котлов.
3. Подготовка топлива для котельных установок.
4. Водогрейные котлы.
5. Электрические котлы.
6. Котлы утилизаторы.
7. Тепловой баланс котельных установок и их КПД.
8. Тепловой расчет топок котлов.
9. Тепловой расчет радиационных поверхностей нагрева котлов.
10. Тепловой расчет пароперегревателей котлов.
11. Гидравлический расчет паро-водяного тракта котла.
12. Аэродинамический расчет газо-воздушного тракта котла.
13. Вопросы очищения воды и пара от агрессивных газов.
14. Направления совершенствования котельных установок.
15. Вопросы водоподготовки котельных установок.
16. Эксплуатация котельных установок.
17. Материалы, используемые в котельных установках.
18. Вопросы автоматизации управления работой котельных установок.
19. Организация и проведение ремонта котельного агрегата.
20. Глубокая утилизация тепла уходящих газов.
21. Экономия энергии за счет теплоизоляции конструкций котлов.

**Критерии оценки рефератов**

В зависимости от качества подготовки за реферат ставится от 3 до 10 баллов. Однако общее количество баллов за семестр не должен превышать 60.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(код и наименование)

Профиль: «Энергообеспечение предприятий»  
(наименование)

**По дисциплине Б1.В.05. «Котельные установки и парогенераторы»**

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Котловые агрегаты и их основные узлы
2. Схема котельной установки и основные определения
3. Паровые котлы с естественной циркуляцией
4. Прямоточные котловые агрегаты и агрегаты с наддувом
5. Компоновка и основные типы паровых котлов
6. Водогрейные котлы
7. Котлы утилизаторы
8. Топочные устройства котлов
9. Барабаны, устройства для сепарации пара от влаги
10. Конструкции радиационных экранов
11. Конструкции пароперегревателей
12. Водяные экономайзеры
13. Воздухоподогреватели
14. Каркас и обмуровка котельных установок
15. Приготовление твердого топлива к сжиганию
16. Системы подачи жидкого топлива
17. Газоснабжение котельных
18. Основы горения топлива и тепловой баланс котла
19. Общие понятия о топливе и горении
20. Теплота сгорания топлива и расход воздуха на горение
21. Расчет объемов продуктов сгорания и энтальпии газов
22. Тепловой баланс котельного агрегата
23. Расчет теплообмена в топочной камере
24. Расчет настенных радиационных поверхностей пароперегревателя
25. Тепловой расчет ширмовой поверхности пароперегревателя
26. Расчет конвективных поверхностей и воздухоподогревателя
27. Распределение давления в водопаровом тракте
28. Расчет конвективного пароперегревателя
29. Тепловой расчет водяного экономайзера
30. Расчет трубчатого воздухоподогревателя

31. Расчет регенеративного воздухоподогревателя
32. Подготовка воды для котельных установок
33. Основные показатели и нормы качества воды
34. Фильтрация и коагуляция воды
35. Внутрикотловое умягчение воды
36. Умягчение воды катионированием
37. Na- и H-катионирование
38. Деаэрация питательной воды
39. Продувка котельных агрегатов
40. Структура теплогенерирующего предприятия и функциональные обязанности персонала
41. Обслуживание котельной установки во время работы
42. Плановая и аварийная остановка котельного агрегата
43. Выбросы тепловых электростанций в атмосферу
44. Снижение выбросов оксидов серы и азота

### ***Критерии оценки во время экзамена.***

По положению о рейтинговой системе оценки знаний студент допускается к экзамену, если в течении семестра наберет 36 и больше баллов. В экзаменационных билетах по 3 вопроса из разных разделов курса. За ответ на каждый вопрос в зависимости от полноты и уровня ответов ставится до 12 баллов. Еще до 5-ти баллов преподаватель может добавить за ответы на дополнительные вопросы, но суммарное количество баллов не может превысит 40. Экзамен считается сданным при получении студентом не менее 24 баллов.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

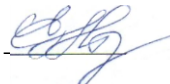
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### Экзаменационный билет № 1

1. Газоснабжение котельных
2. Общие понятия о топливе и горении
3. Общий порядок аэродинамического расчета газового тракта

Преподаватель  Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

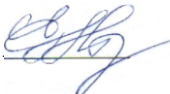
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### Экзаменационный билет № 2

1. Системы подачи жидкого топлива
2. Теплота сгорания топлива и расход воздуха на горение
3. Аэродинамические сопротивления пароперегревателей

Преподаватель  Ахметшин Р.И.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

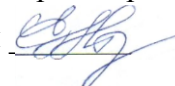
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### Экзаменационный билет № 3

1. Приготовление твердого топлива к сжиганию
2. Расчет объемов продуктов сгорания и энтальпии газов
3. Аэродинамические сопротивления экономайзеров

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

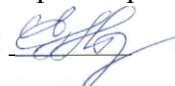
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### Экзаменационный билет № 4

1. Каркас и обмуровка котельных установок
2. Тепловой баланс котельного агрегата
3. Аэродинамическое сопротивление трубчатого воздухоподогревателя

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

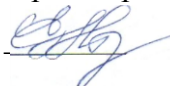
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 5**

1. Воздухоподогреватели
2. Расчет теплообмена в топочной камере
3. Аэродинамическое сопротивление регенеративного воздухоподогревателя

Преподаватель  Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

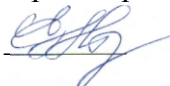
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 6**

1. Водяные экономайзеры
2. Расчет настенных радиационных поверхностей пароперегревателя
3. Аэродинамическое сопротивление дымовой трубы

Преподаватель  Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

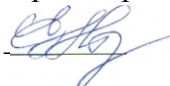
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 7**

1. Конструкции пароперегревателей
2. Тепловой расчет ширмовой поверхности пароперегревателя
3. Порядок аэродинамического расчета воздушного тракта

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

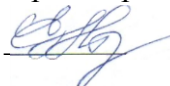
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 8**

1. Конструкции радиационных экранов
2. Расчет конвективного пароперегревателя
3. Распределение давления в водопаровом тракте

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

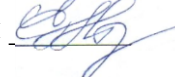
*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 9**

1. Барабаны, устройства для сепарации пара от влаги
2. Тепловой расчет водяного экономайзера
3. Основные показатели и нормы качества воды для котельных

Преподаватель  Акхметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»


*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 10**

1. Топочные устройства котлов
2. Расчет трубчатого воздухоподогревателя
3. Фильтрация и коагуляция воды

Преподаватель  Акхметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 11**

1. Котлы утилизаторы
2. Расчет регенеративного воздухоподогревателя
3. Внутрикотловое умягчение воды

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 12**

1. Водогрейные котлы
2. КПД котельного агрегата
3. Умягчение воды катионированием

Преподаватель



Ахметшин Р.И.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 13**

1. Компоновка и основные типы паровых котлов
2. Расчет теплообмена в топочной камере
3. Na- и H-катионирование

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### **Экзаменационный билет № 14**

1. Прямоточные котловые агрегаты и агрегаты с наддувом
2. Тепловой расчет ширмовой поверхности пароперегревателя
3. Деаэрация питательной воды

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### Экзаменационный билет № 15

1. Паровые котлы с естественной циркуляцией
2. Расчет конвективного пароперегревателя
3. Продувка котельных агрегатов

Преподаватель



Ахметшин Р.И.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет: информационных технологий*

*Кафедра: электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль/специализация: «Энергообеспечение предприятий»

Курс 2, Семестр 4 Дисциплина: «Котельные установки и парогенераторы»

Зав.кафедрой  Гаврилов Е.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

### Экзаменационный билет № 16

1. Схема котельной установки и основные определения
2. Тепловой расчет водяного экономайзера
3. Перепад полных давлений по воздушному тракту

Преподаватель



Ахметшин Р.И.