



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики

*Наименование института*

С.О. Гапоненко

«30» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплогенерирующие установки электростанций и объектов

жилищно-коммунального хозяйства

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и) \*  
(профиль(и))

Энергетика жилищно-коммунального хозяйства

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Атомные и тепловые электрические станции	Доцент, к.т.н.	Безруков Р.Е.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена и согласована	Кафедра - разработчик, Выпускающая кафедра Атомные и тепловые электрические станции	18.05.2023	№23	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н. Д.
Согласована	Учебно-методический совет института теплоэнергетики	30.05.2023	№9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института теплоэнергетики	30.05.2023	№9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

**Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине  
Теплогенерирующие установки электростанций и объектов  
жилищно-коммунального хозяйства**

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и учебному плану.

*(Код и наименование направления подготовки)*

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.
2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.
3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.
4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.
5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определенности, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.
6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профстандартам.

**Заключение.** На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент:

Кожарин Н.Ю., начальник ПТО филиала АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1

(Фамилия ИО. место работы, должность, ученая степень) личная подпись

Дата 05.06.23

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины «Теплогенерирующие установки электростанций и объектов жилищно-коммунального хозяйства» является изучение назначения, состава, конструкций и устройства теплогенерирующих установок, аэродинамических и гидравлических схем котлов, принципов работы и эксплуатации теплогенерирующих установок электростанций и объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) на органическом и ядерном топливе, технологии централизованного производства электрической и тепловой энергии.

Задачами дисциплины являются: освоение знаний нормативно-технической документации по проектированию, эксплуатации и ремонта теплогенерирующих установок электростанций и объектов ЖКХ, знаний процедуры конструирования, сформировать умения и навыки по выбору котельного оборудования, вспомогательного оборудования котельных, трубопроводов и арматуры, теплового и конструктивного расчета, гидравлического и аэродинамического расчета, по выполнению технических расчетов и анализу расчетных технико-экономических значений и показателей эффективности работы котельных установок, а также расчет, выбор и режимы эксплуатации и ремонта вспомогательного оборудования.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен контролировать параметры потребляемых коммунальных ресурсов	ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей
	ПК-2.2 Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ
ПК-3 Способен проводить расчеты систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Все дисциплины специализированного модуля 1, в том числе Тепловые и атомные электрические станции, Котельные установки и парогенераторы, Энергетические машины, аппараты и установки.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР: Производственная практика (преддипломная).

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			7	8	
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	<b>2,6</b>	<b>130</b>	<b>69</b>	<b>61</b>	
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	
Лекции	1,28	46	34	12	
Практические (семинарские) занятия	0,78	28	16	12	
Лабораторные работы	0	0	0		
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>5,9</b>	<b>214</b>	<b>130</b>	<b>84</b>	
Проработка учебного материала	2,9	106	94	12	
Курсовой проект	2	72	0	72	
Курсовая работа	0	0	0	0	
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36	0	
			Э		
				КП	

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	48	10		4	34	ТК1	ПК-2.1 Зн.1, У.1, ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
Раздел 2	72	12		6	54		ПК-2.1 Зн.1, У.1, У.3, ТД.6; ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
Раздел 3	60	12		6	42	ТК2	ПК-2.1 Зн.1, У.1, У.3, ТД.6; ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
Экзамен						<b>ОМ 1</b>	ПК-2.1 Зн.1, У.1, У.3, ТД.6; ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>180</b>	<b>34</b>		<b>16</b>	<b>130</b>		
Раздел 4	64	6		6	52	ТК3	ПК-2.1 Зн.1, У.1, У.3, ТД.6; ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
Раздел 5	44	6		6	32	ТК4	ПК-2.1 Зн.1, У.1, У.3, ТД.6; ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
Курсовой проект	72					<b>ОМ кп</b>	ПК-2.1 Зн.1, У.1, У.3, ТД.6; ПК-2.2 Зн.5; ПК-3.1
<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>108</b>	<b>12</b>		<b>12</b>	<b>84</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>288</b>	<b>46</b>		<b>28</b>	<b>234</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1 Теплогенерирующие установки.

Тема 1.1 Классификация котлоагрегатов. Технические характеристики и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов.

Тема 1.2 Схемы отпуска тепловой энергии от теплогенерирующих установок. Тепловые схемы котельных установок. Теплофикационная схема, схема отпуска тепловой энергии от ТЭС. Пиковая водогрейная котельная. Типы подогревателей и схемы их включения.

Тема 1.3 Температурные графики отпуска тепловой энергии. Способы регулирования тепловой нагрузки.

Тема 1.4 Требования к качеству питательной воды котлов. Требования к качеству пара. Получение чистого пара. Качество пара и его значение. Влияние объема парового пространства и качества котловой воды на качество пара.

Тема 1.5 Схемы газоснабжения котлов, водогрейных котельных и энергетических котлов, газотурбинных и парогазовых установок. Характеристики топлив.

Тема 1.6 Особенности расчета тепловой схемы котельных установок и электростанции.

Тема 1.7 Регенеративный подогрев питательной воды на электростанции. Общая характеристика и энергетическая эффективность регенеративного подогрева питательной воды. Оптимальное распределение регенеративного подогрева питательной воды.

Тема 1.8 Баланс пара и воды. Потери воды, пара и конденсата и их восполнение. Назначение и принцип действия расширителей продувки.

Тема 1.9 Проектирование узла учета тепловой энергии. Правила и методика организации учета тепловой энергии.

Раздел 2 Теплогенерирующие установки тепловых электростанций

Тема 2.1 Топочные устройства мощных энергетических блоков. Типы пылеугольных горелок.

Тема 2.2 Пылеугольные и вихревые топki. Циклонный принцип сжигания топлива. Пневматические топki ЦКТИ и ЛПИ.

Тема 2.3 Слоевые топki. Классификация слоевых топок, их работа.

Тема 2.4 Топki для жидкого топлива. Технологическая схема подготовки мазута. Типы мазутных форсунок. Особенности сжигания жидкого топлива.

Тема 2.5 Топki для газообразного топлива. Особенности сжигания газообразного топлива. Технологическая схема подготовки газового топлива. Горелки для газообразного топлива.

Тема 2.6 Движение воды и пара в паровых котлах. Виды циркуляции. Основные термины, определения и обозначения.

Тема 2.7 Пароперегреватели. Классификация и конструкция пароперегревателей.

Тема 2.8 Водяные экономайзеры. Виды экономайзеров. Борьба с внутренней и наружной коррозией.

Тема 2.9 Воздухоподогреватели. Назначение, типы и конструкции

воздухоподогревателей.

Тема 2.10 Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.

Тема 2.11. Пылеприготовление. Классификация схем пылеприготовления. Элементы пылеприготовительных установок.

Тема 2.13 Удаление продуктов сгорания из парового котла, очистка поверхностей нагрева котла от отложений. Тракт уходящих газов котла. Очистка поверхностей нагрева котла от образующихся золовых отложений.

Раздел 3 Теплогенерирующие установки объектов жилищно-коммунального хозяйства

Тема 3.1 Теплоснабжение объектов ЖКХ. Проектирование котельных установок. Расчет тепловых нагрузок.

Тема 3.2 Выбор количества и единичной мощности котлов. Установленная мощность котельной.

Тема 3.3 Требования к качеству сетевой воды котлов. Оборудование для водоподготовки.

Тема 3.4 Автономные системы теплоснабжения объектов ЖКХ. Тепловые схемы. Солнечные коллекторы, геотермальные системы и системы ветровой энергии.

Тема 3.5 Комбинирование традиционных систем теплоснабжения с альтернативными. Использование возобновляемых источников энергии. Установки солнечного горячего водоснабжения. Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов.

Тема 3.6 Крышные котельные. Тепловые схемы.

Тема 3.7 Блочно-модульные котельные.

Тема 3.8 Поквартирное теплоснабжение.

Тема 3.9 Автоматизация систем автономного теплоснабжения. Защита оборудования и сигнализация. Автоматическое регулирование и контроль. Структура систем автоматического управления котельных.

Раздел 4 Тепловой расчет котельного агрегата и котельных установок.

Тема 4.1 Тепловой баланс котельного агрегата. Расчет расхода топлива.

Тема 4.2 Расчет объемов и энтальпии воздуха и продуктов сгорания.

Тема 4.3 Расчет топочных камер.

Тема 4.4 Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных теплогенераторов.

Тема 4.5 Невязки теплового баланса теплогенератора.

Тема 4.6 Расчет пароперегревателей и воздухоподогревателей.

Тема 4.7 Использование ЭВМ в тепловом расчете теплогенератора.

Тема 4.8 Расчет тепловой схемы котельной с водогрейными котлами, работающей на закрытую систему теплоснабжения

Тема 4.9 Расчет тепловой схемы котельной с паровыми котлами.

Тема 4.10 Подбор насосного оборудования и деаэрата. Подбор насосов для водогрейной котельной. Подбор насосов для паровой котельной. Подбор деаэрационной колонки и бака деаэрированной воды.

Тема 4.11 Расчет системы химводоочистки.

Тема 4.12 Аэродинамический расчет газоздушного тракта  
Предварительный подбор дымохода и вентилятора. Определение сечений воздухопроводов. Определение сечений газоходов.

Раздел 5 Показатели тепловой и общей экономичности теплогенерирующих установок.

Тема 5.1 Тепловая экономичность и энергетические показатели конденсационной электростанции и теплоэлектроцентралей.

Тема 5.2 Тепловая экономичность и энергетические показатели ПГУ-ТЭЦ и Мини-ТЭЦ.

Тема 5.3 Тепловая экономичность и энергетические показатели котельных.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Проект технологической (тепловой) схемы ТЭЦ с паровыми котлами и паровыми турбоустановками и с теплофикационной установкой и пиковой водогрейной котельной (ПВК).

Выбор основного оборудования (паровые турбины, электрогенераторы, паровые котлы, и водогрейные котлы ПВК).

Выбор вспомогательного оборудования ТЭС (насосы (питательные, сетевые, циркуляционные системы технического водоснабжения), водоподогреватели, для обеспечения электрических и тепловых нагрузок.

Расчет теплофикационной схемы турбоустановки.

Температурные графики отпуска тепловой энергии. Способы регулирования тепловой нагрузки.

Регенеративный подогрев питательной воды на электростанции.

Расчет принципиальной тепловой схемы ТЭС.

Расчет принципиальной тепловой схемы ПГУ-ТЭЦ.

Определение параметров воды и пара турбоустановки КЭС.

Определение параметров воды и пара турбоустановки ТЭЦ.

Определение расхода сетевой воды и расхода пара на сетевые подогреватели.

Составление балансовых уравнений для различных типов турбоустановок. Составление материального баланса конденсатора.

Выдача задания на курсовой проект на тему «Расчет тепловой схемы паровой / водогрейной котельной работающей на закрытую систему теплоснабжения». Объяснение цели и задач выполнения курсового проекта.

Составление балансовых уравнений для различных типов котельных установок.

Определение энергетических показателей КЭС и ТЭЦ.

Тепловой расчет котельного агрегата.

Тепловой баланс котельного агрегата. Расчет расхода топлива.

Расчет объемов и энтальпии воздуха и продуктов сгорания.

Расчет топочных камер.

Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных теплогенераторов.

Невязки теплового баланса теплогенератора.

Расчет пароперегревателей и воздухоподогревателей.

Тепловой расчет теплогенератора в программных продуктах.

Индивидуальные консультации студентов

Защита студентами курсовых проектов.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

«Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».

### 3.6. Курсовой проект

Тема курсового проекта: «Расчет тепловой схемы паровой / водогрейной котельной работающей на закрытую систему теплоснабжения».

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2 Способен контролировать параметры потребляемых коммунальных ресурсов	ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых	знать:	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций	В достаточном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсосна	Не в полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсосна	Не знает НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций
		нормативные правовые акты и методические документы, регламентирующие деятельность ресурсоснабжающих организаций	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсосна	В достаточном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсосна	Не в полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсосна	Не знает НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций

	сетей		бжающих организац ий	ресурсосна бжающих организац ий	бжающих организац ий	
		уметь:				
		проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления	Свободно и в полном объеме демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления	В достаточно полном объеме демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления. Допускает большое количество ошибок.вы полнять.	Не умеет проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления
		владеть:				
навыками реализации мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей	Свободно и в полном объеме демонстрирует владение навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей	В достаточно полном объеме демонстрирует владение навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей. Допускает небольшие	Не в полном объеме демонстрирует владение навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей. Допускает большое количество	Не владеет навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей		

				неточност и.	о ошибок.	
ПК-2.2 Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ	знать:					
	основы современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	В достаточно полном объеме демонстрирует знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	Не в полном объеме демонстрирует знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	Не знает основы современных информационных коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	
	уметь:					
	контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов	Свободно и в полном объеме демонстрирует умения контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов	В достаточно полном объеме демонстрирует умения контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует умения контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов. Допускает большое количество ошибок.	Не умеет контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов.	
владеть:						
навыками	Свободно	В	Не в	Не		

		применения цифровых технологии в управлении энергоустановками	и в полном объеме демонстрирует владение навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками	достаточно полном объеме демонстрирует владение навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками. Допускает небольшие неточности.	полном объеме демонстрирует владение навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками. Допускает большое количество ошибок.	владеет навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками
ПК-3 Способен проводить расчеты систем снабжения коммунальным и ресурсами объектов в ЖКХ	ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности и систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	знать:				
		показатели эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	В достаточно полном объеме демонстрирует знания показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Не в полном объеме демонстрирует знания показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Не знает показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ
		уметь:				
		выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Свободно и в полном объеме демонстрирует умения выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	В достаточно полном объеме демонстрирует умения выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Не в полном объеме демонстрирует умения выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Не умеет выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ

			объектов ЖКХ	ресурсами объектов ЖКХ. Допускает небольшие неточности.	объектов ЖКХ. Допускает большое количество ошибок.	
		владеть:				
		навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Свободно и в полном объеме демонстрирует владение навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	В достаточно полном объеме демонстрирует владение навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует владение навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ. Допускает большое количество ошибок.	Не владеет навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Стерман Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский дом МЭИ, 2008. - 464 с.

2. Буров В. Д., Тепловые электрические станции : учебник для вузов / В. Д. Буров [и др.] ; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. - 3-е изд., стер. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009. - 466 с.

3. С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / под ред. С.В. Цанева. - 3-е изд., стереот. - М. : МЭИ, 2020. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html>

4. Котельные установки ТЭС : теплотехнические расчеты : учебное пособие / Г. И. Жихар. - Минск : Вышэйшая школа, 2017. - 224 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850628831.html>. - ISBN 978-985-06-2883-1. - Текст : электронный.

5. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : конспект лекций / Г. В. Ледуховский. - Иваново : ИГЭУ, 2013. - 116 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/4106>. - Б. ц. - Текст : электронный.

### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Эксплуатация котлов : практическое пособие / В. М. Тарасюк ; под ред. Б. А. Соколова. - М. : ЭНАС, 2015. - 272 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/38560>.

2. Котельные установки : учебное пособие для вузов / К. Ф. Роддатис. - М. : Энергия, 1977. - 432 с. : ил. - Текст : непосредственный.

3. Современные котельные агрегаты ТКЗ / М. В. Мейкляр. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1978. - 223 с. : ил. - Текст : непосредственный.

4. Парогенераторы: учебник для вузов / А. П. Ковалев, Н. С. Лелеев, Т. В. Виленский; под ред. А. П. Ковалева. М.: Энергоиздат, 1985. – 376 с.: ил. – Текст: непосредственный.

5. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 книгах / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. Кн. 3: Тепловые и атомные электрические станции: справочник. – 1989. – 608 с. – Текст: непосредственный.

6. Котлы ТЭС большой мощности и сверхкритические : учебное пособие / М. А. Таймаров, В. М. Таймаров. Ч.1. - . - Казань : КГЭУ, 2009. - 152 с. - Текст : непосредственный.

7. Грибков А.М., Основы проектирования и эксплуатации тепловых электростанций : учебное пособие / А.М.Грибков, Е.И. Гаврилов, В.М. Полтавец. - Казань : КГЭУ, 2004. - 142 с.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. ДК, размещенный в LMS Moodle  
<http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=1948>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru>

2. Техническая библиотека. <http://techlibrary.ru>

3. eLIBRARY.RU. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное

обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Starter)
2. Exchange Standard CAL 2013 Russian OLP NL AcademicEditionDevice CAL.
3. Браузер Chrome.

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации А-112, А-413	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта А-417, А-420	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во

все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется

дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Теплогенерирующие установки электростанций и объектов  
жилищно-коммунального хозяйства

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине "Теплогенерирующие установки электростанций и объектов жилищно-коммунального хозяйства", предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1. Технологическая карта

#### Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. Теплогенерирующие установки</b> <b>Раздел 2. Теплогенерирующие установки тепловых электростанций</b>	<b>ТК1</b>	<b>30</b>	<b>0-20</b>					<b>30-50</b>	<b>30-50</b>
Письменный опрос		10	0-10						
Выполнение индивидуальных заданий		20	0-10						
<b>Раздел 3. Теплогенерирующие установки объектов жилищно-коммунального хозяйства</b>	<b>ТК2</b>			<b>25</b>	<b>0-25</b>			<b>25-50</b>	<b>25-50</b>
Письменный опрос				10	0-10				
Выполнение индивидуальных заданий				15	0-15				
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ 1</b>								<b>0-45</b>
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

#### Семестр 8

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели						
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого

<b>Раздел 4. Тепловой расчет котельного агрегата и котельных установок.</b>	<b>ТК3</b>					<b>30</b>	<b>0-25</b>	<b>30-55</b>	<b>30-55</b>
Письменный опрос						10	0-10		
Выполнение индивидуальных заданий						20	0-15		
<b>Раздел 5. Показатели тепловой и общей экономичности теплогенерирующих установок.</b>	<b>ТК4</b>					<b>25</b>	<b>0-20</b>	<b>25-45</b>	<b>25-45</b>
Устный опрос						10	0-10		
Выполнение индивидуальных заданий						15	0-10		
<b>Промежуточная аттестация (КП)</b>	<b>ОМкп</b>								<b>0-45</b>
Выполнение курсового проекта									0-15
Оформление и защита курсового проекта									0-30

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2 Способен контролировать параметры потребляемых коммунальных ресурсов	ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей	знать:				
		нормативные правовые акты и методические документы, регламентирующие деятельность ресурсоснабжающих организаций	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций	В достаточно полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций	Не в полном объеме демонстрирует знания НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций	Не знает НПА и методических документов, регламентирующих деятельность ресурсоснабжающих организаций

			ий		
		уметь:			
	проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления	Свободно и в полном объеме демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления	В достаточно полном объеме демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления. Допускает большое количество ошибок.выполнять.	Не умеет проводить количественный и качественный анализ данных об объемах потребления коммунальных ресурсов, прогнозировать перспективы их потребления
		владеть:			
	навыками реализации мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей	Свободно и в полном объеме демонстрирует владение навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей	В достаточно полном объеме демонстрирует владение навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует владение навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей. Допускает большое количество ошибок.	Не владеет навыками реализации и мероприятий по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей
ПК-2.2	знать:				

Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ	основы современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	В достаточно полном объеме демонстрирует знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	Не в полном объеме демонстрирует знания современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды	Не знает основы современных информационно-коммуникационных технологий, применяемых в системах учета и регулирования потребления энергоресурсов и воды
	уметь:				
	контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов	Свободно и в полном объеме демонстрирует умения контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов	В достаточно полном объеме демонстрирует умения контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует умения контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов. Допускает большое количество ошибок.	Не умеет контролировать работу по сбору, обработке и анализу информации о качестве предоставляемых коммунальных ресурсов.
	владеть:				
навыками применения цифровых технологии в	Свободно и в полном объеме демонстрирует	В достаточно полном объеме	Не в полном объеме демонстрирует	Не владеет навыками применен	

		управлении энергоустановками	рует владение навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками	демонстрирует владение навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками. Допускает небольшие неточности.	рует владение навыками применения цифровых технологий и в управлении энергоустановками. Допускает большое количество ошибок.	ия цифровых технологий и в управлении энергоустановками
ПК-3 Способен проводить расчеты систем снабжения коммунальным и ресурсами объектов в ЖКХ	ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности и систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	знать:				
		показатели эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Свободно и в полном объеме демонстрирует знания показательной эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	В достаточно полном объеме демонстрирует знания показательной эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Не в полном объеме демонстрирует знания показательной эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Не знает показателей и эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ
		уметь:				
		выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Свободно и в полном объеме демонстрирует умения выполнять расчеты показательной эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	В достаточно полном объеме демонстрирует умения выполнять расчеты показательной эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ.	Не в полном объеме демонстрирует умения выполнять расчеты показательной эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ. Допускает	Не умеет выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ

				Допускает небольшие неточности.	большое количество ошибок.	
		владеть:				
	навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	Свободно и в полном объеме демонстрирует владение навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	В достаточно полном объеме демонстрирует владение навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ. Допускает небольшие неточности.	Не в полном объеме демонстрирует владение навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ. Допускает большое количество ошибок.	Не владеет навыками выполнения мероприятий по повышению эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ	

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *курсового проекта на высоком уровне, глубокое понимание назначения, состава, конструкций и устройства теплогенерирующих установок, аэродинамических и гидравлических схем котлов, принципов работы и эксплуатации теплогенерирующих установок электростанций и объектов ЖКХ, полные и содержательные ответы на защите курсового проекта и вопросы билета (теоретическое и практическое задание).*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *курсовой работы на хорошем уровне, понимание назначения, состава, конструкций и устройства теплогенерирующих установок, аэродинамических и гидравлических схем котлов, принципов работы и эксплуатации теплогенерирующих установок электростанций и объектов ЖКХ, не достаточно полные ответы на защите курсового проекта и на вопросы билета (теоретическое и практическое задание).*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за небрежное выполнение *курсового проекта и приблизительные правильные ответы на вопросы билета на экзамене.*

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение курсового проекта в семестре и если нет ответа на вопросы билета на экзамене.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Курсовой проект (КП),	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Опрос по разделам	Знание основных понятий раздела	Перечень определений основных понятий раздела
Экзамен	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать свои теоретические знания в виде схем, формул, описания.	Комплект билетов

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

*Примеры задания*

#### Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей.

Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Классификация котлоагрегатов. Технические характеристики и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов.
2. Схемы отпуска тепловой энергии от теплогенерирующих установок.
3. Тепловые схемы котельных установок.
4. Теплофикационная схема, схема отпуска тепловой энергии от ТЭС.
5. Пиковая водогрейная котельная. Типы подогревателей и схемы их включения.

6. Температурные графики отпуска тепловой энергии. Способы регулирования тепловой нагрузки.

7. Требования к качеству питательной воды котлов. Требования к качеству пара. Получение чистого пара. Качество пара и его значение. Влияние объема парового пространства и качества котловой воды на качество пара.

8. Схемы газоснабжения котлов, водогрейных котельных и энергетических котлов, газотурбинных и парогазовых установок. Характеристики топлив.

9. Особенности расчета тепловой схемы котельных установок и электростанции.

10. Регенеративный подогрев питательной воды на электростанции. Общая характеристика и энергетическая эффективность регенеративного подогрева питательной воды. Оптимальное распределение регенеративного подогрева питательной воды.

11. Баланс пара и воды. Потери воды, пара и конденсата и их восполнение. Назначение и принцип действия расширителей продувки. Проектирование узла учета тепловой энергии. Правила и методика организации учета тепловой энергии.

Проверяемая компетенция: ПК-2.2 Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Запишите расчетное уравнение баланса тепла по схеме отпуска тепловой энергии от теплогенерирующих установок.

2. Запишите расчетное уравнение расхода сетевой воды по схеме отпуска тепловой энергии от теплогенерирующих установок.

3. Запишите расчетное уравнение расхода топлива по схеме отпуска тепловой энергии от теплогенерирующих установок.

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Расчеты показателей эффективности топочные устройства мощных энергетических блоков. Типы пылеугольных горелок.

2. Расчеты показателей эффективности пылеугольных и вихревых топок.

3. Слоевые топки. Классификация слоевых топок, их работа.

4. Топки для жидкого топлива. Технологическая схема подготовки мазута. Типы мазутных форсунок. Особенности сжигания жидкого топлива.

5. Расчеты показателей эффективности топки для газообразного топлива. Особенности сжигания газообразного топлива. Технологическая схема подготовки газового топлива Горелки для газообразного топлива.

6. Движение воды и пара в паровых котлах. Виды циркуляции. Основные термины, определения и обозначения.

7. Пароперегреватели. Классификация и конструкция пароперегревателей.

8. Расчеты показателей эффективности водяного экономайзера. Виды экономайзеров. Борьба с внутренней и наружной коррозией.

9. Расчеты показателей эффективности воздухоподогревателя. Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей.

10. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.

11. Пылеприготовление. Классификация схем пылеприготовления.

12. Элементы пылеприготовительных установок.

13. Расчеты показателей эффективности удаление продуктов сгорания из парового котла, очистка поверхностей нагрева котла от отложений. Тракт уходящих газов котла. Очистка поверхностей нагрева котла от образующихся золовых отложений.

### **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей.

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Теплоснабжение объектов ЖКХ. Проектирование котельных установок. Расчет тепловых нагрузок.

2. Выбор количества и единичной мощности котлов. Установленная мощность котельной.

3. Требования к качеству сетевой воды котлов. Оборудование для водоподготовки.

4. Автономные системы теплоснабжения объектов ЖКХ. Тепловые схемы. Солнечные коллекторы, геотермальные системы и системы ветровой энергии.

5. Комбинирование традиционных систем теплоснабжения с альтернативными. Использование возобновляемых источников энергии. Установки солнечного горячего водоснабжения. Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов.

6. Крышные котельные. Тепловые схемы.

7. Блочно-модульные котельные.

8. Поквартирное теплоснабжение.

Проверяемая компетенция: ПК-2.2 Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Запишите уравнения расчета тепловых нагрузок.

2. Выполнение расчета тепловых нагрузок в Excel.

3. Проектирование котельных установок с использованием автоматизированных систем проектирования.

4. Автоматизация систем автономного теплоснабжения.

5. Защита оборудования и сигнализация.

6. Автоматическое регулирование и контроль.

7. Структура систем автоматического управления котельных.

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Расчет показателей эффективности теплоснабжение объектов ЖКХ.
2. Расчет показателей качества котловой и сетевой воды.
3. Расчет показателей эффективности оборудования водоподготовки.
4. Расчет показателей эффективности автономных систем теплоснабжения.
5. Расчет показателей эффективности комбинированных систем теплоснабжения.
6. Расчет показателей эффективности установки солнечного горячего водоснабжения.
7. Расчет показателей эффективности автономного теплоснабжения с применением тепловых насосов.
8. Расчет показателей эффективности крышной котельной.
9. Расчет показателей эффективности блочно-модульной котельной.
10. Расчет показателей эффективности поквартирного теплоснабжения.

**Для текущего контроля ТК3:**

Проверяемая компетенция: ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей.

Вопросы к комплексному заданию ТК3

1. Тепловой баланс котельного агрегата. Расчет расхода топлива.
2. Расчет объемов и энтальпии воздуха и продуктов сгорания.
3. Расчет топочных камер.
4. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных теплогенераторов.
5. Невязки теплового баланса теплогенератора.
6. Расчет пароперегревателей и воздухоподогревателей.
7. Расчет тепловой схемы котельной с водогрейными котлами, работающей на закрытую систему теплоснабжения
8. Расчет тепловой схемы котельной с паровыми котлами.
9. Подбор насосного оборудования и деаэратора. Подбор насосов для водогрейной котельной. Подбор насосов для паровой котельной. Подбор деаэрационной колонки и бака деаэрированной воды.
10. Расчет системы химводоочистки.
11. Аэродинамический расчет газовоздушного тракта Предварительный подбор дымохода и вентилятора. Определение сечений воздухопроводов. Определение сечений газоходов.

Проверяемая компетенция: ПК-2.2 Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК3

1. Использование ЭВМ в тепловом расчете теплогенератора.

2. Расчет тепловой схемы котельной с водогрейными котлами с использованием компьютерных программ.

3. Расчет тепловой схемы котельной с паровыми котлами. с использованием компьютерных программ.

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК3

1. Расчет теплового баланса котельного агрегата.
2. Расчет объемов и энтальпии воздуха и продуктов сгорания.
3. Расчет топочных камер.
4. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных теплогенераторов.
5. Расчет невязки теплового баланса теплогенератора.
6. Расчет пароперегревателей и воздухоподогревателей.
7. Расчеты показателей эффективности подбора различных насосов.
8. Аэродинамический расчет газоздушного тракта.
9. Предварительный подбор дымососа и вентилятора.
10. Определение сечений воздухопроводов и газоходов.

**Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ПК-2.1 Предлагает мероприятия по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, в том числе по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей.

Вопросы к комплексному заданию ТК4

1. Мероприятия по повышению эффективности использования энергоресурсов в конденсационной электростанции и теплоэлектроцентрали.
2. Мероприятия по поддержанию заданных режимов работы тепловых сетей.
3. Мероприятия по повышению эффективности использования энергоресурсов в ПГУ-ТЭЦ и Мини-ТЭЦ.
4. Мероприятия по повышению эффективности использования энергоресурсов в котельных.

Проверяемая компетенция: ПК-2.2 Применяет цифровые технологии в управлении энергетикой ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК4

1. Применение цифровых технологий в управлении тепловой экономичностью и энергетическими показателями конденсационной электростанции и теплоэлектроцентралей.
2. Применение цифровых технологий в управлении тепловой экономичностью и энергетическими показателями ПГУ-ТЭЦ и Мини-ТЭЦ.
3. Применение цифровых технологий в управлении тепловой экономичностью и энергетическими показателями котельных.

Проверяемая компетенция: ПК-3.1 Способен выполнять расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами объектов ЖКХ.

Вопросы к комплексному заданию ТК4

1. Расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами конденсационной электростанции и теплоэлектроцентралей.

2. Расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами ПГУ-ТЭЦ и Мини-ТЭЦ.

3. Расчеты показателей эффективности систем снабжения коммунальными ресурсами котельных.

#### **Для промежуточной аттестации:**

Промежуточная аттестация проводится в виде сдачи экзамена и защиты курсового проекта. Обучающиеся по теоретическому курсу сдают экзамен в 7 семестре. В 8 семестре обучающиеся выполняют курсовой проект на тему «Расчет тепловой схемы паровой / водогрейной котельной работающей на закрытую систему теплоснабжения». КП состоит из расчетно-пояснительной записки и двух листов формата А-1. Пример задания на курсовой проект приведен ниже.

#### **Перечень вопросов на экзамен:**

Раздел 1 Теплогенерирующие установки.

1. Классификация котлоагрегатов. Технические характеристики и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов.

2. Схемы отпуска тепловой энергии от теплогенерирующих установок. Тепловые схемы котельных установок. Теплофикационная схема, схема отпуска тепловой энергии от ТЭС. Пиковая водогрейная котельная. Типы подогревателей и схемы их включения.

3. Температурные графики отпуска тепловой энергии. Способы регулирования тепловой нагрузки.

4. Требования к качеству питательной воды котлов. Требования к качеству пара. Получение чистого пара. Качество пара и его значение. Влияние объема парового пространства и качества котловой воды на качество пара.

5. Схемы газоснабжения котлов, водогрейных котельных и энергетических котлов, газотурбинных и парогазовых установок. Характеристики топлив.

6. Особенности расчета тепловой схемы котельных установок и электростанции.

7. Регенеративный подогрев питательной воды на электростанции. Общая характеристика и энергетическая эффективность регенеративного подогрева питательной воды. Оптимальное распределение регенеративного подогрева питательной воды.

8. Баланс пара и воды. Потери воды, пара и конденсата и их восполнение. Назначение и принцип действия расширителей продувки.

9. Проектирование узла учета тепловой энергии. Правила и методика организации учета тепловой энергии.

## Раздел 2 Теплогенерирующие установки тепловых электростанций

1. Топочные устройства мощных энергетических блоков. Типы пылеугольных горелок.

2. Пылеугольные и вихревые топки. Циклонный принцип сжигания топлива. Пневматические топки ЦКТИ и ЛПИ.

3. Слоевые топки. Классификация слоевых топок, их работа.

4. Топки для жидкого топлива. Технологическая схема подготовки мазута. Типы мазутных форсунок. Особенности сжигания жидкого топлива.

5. Топки для газообразного топлива. Особенности сжигания газообразного топлива. Технологическая схема подготовки газового топлива. Горелки для газообразного топлива.

6. Движение воды и пара в паровых котлах. Виды циркуляции. Основные термины, определения и обозначения.

7. Пароперегреватели. Классификация и конструкция пароперегревателей.

8. Водяные экономайзеры. Виды экономайзеров. Борьба с внутренней и наружной коррозией.

9. Воздухоподогреватели. Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей.

10. Арматура, гарнитура, каркас и обмуровка котла.

11. Пылеприготовление. Классификация схем пылеприготовления.

12. Элементы пылеприготовительных установок.

13. Удаление продуктов сгорания из парового котла, очистка поверхностей нагрева котла от отложений.

14. Тракт уходящих газов котла. Очистка поверхностей нагрева котла от образующихся золовых отложений.

## Раздел 3 Теплогенерирующие установки объектов жилищно-коммунального хозяйства

1. Теплоснабжение объектов ЖКХ. Проектирование котельных установок. Расчет тепловых нагрузок.

2. Выбор количества и единичной мощности котлов. Установленная мощность котельной.

3. Требования к качеству сетевой воды котлов. Оборудование для водоподготовки.

4. Автономные системы теплоснабжения объектов ЖКХ. Тепловые схемы. Солнечные коллекторы, геотермальные системы и системы ветровой энергии.

5. Комбинирование традиционных систем теплоснабжения с альтернативными. Использование возобновляемых источников энергии. Установки солнечного горячего водоснабжения. Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов.

6. Крышные котельные. Тепловые схемы.

7. Блочно-модульные котельные.

8. Поквартирное теплоснабжение.

9. Автоматизация систем автономного теплоснабжения. Защита оборудования и сигнализация. Автоматическое регулирование и контроль. Структура систем автоматического управления котельных.

Раздел 4 Тепловой расчет котельного агрегата и котельных установок.

1. Тепловой баланс котельного агрегата. Расчет расхода топлива.

2. Расчет объемов и энтальпии воздуха и продуктов сгорания.

3. Расчет топочных камер.

4. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных теплогенераторов.

5. Невязки теплового баланса теплогенератора.

6. Расчет пароперегревателей и воздухоподогревателей.

7. Использование ЭВМ в тепловом расчете теплогенератора.

8. Расчет тепловой схемы котельной с водогрейными котлами, работающей на закрытую систему теплоснабжения

9. Расчет тепловой схемы котельной с паровыми котлами.

10. Подбор насосного оборудования и деаэратора. Подбор насосов для водогрейной котельной. Подбор насосов для паровой котельной. Подбор деаэрационной колонки и бака деаэрированной воды.

11. Расчет системы химводоочистки.

12. Аэродинамический расчет газоздушного тракта Предварительный подбор дымососа и вентилятора.

13. Определение сечений воздуховодов. Определение сечений газоходов.

Раздел 5 Показатели тепловой и общей экономичности теплогенерирующих установок.

1. Тепловая экономичность и энергетические показатели конденсационной электростанции.

2. Тепловая экономичность и энергетические показатели теплоэлектростанций.

3. Тепловая экономичность и энергетические показатели ПГУ-ТЭЦ.

4. Тепловая экономичность и энергетические показатели Мини-ТЭЦ.

5. Тепловая экономичность и энергетические показатели котельных.

*Пример темы курсового проекта*

**ЗАДАНИЕ**

для выполнения курсового проекта по дисциплине «Теплогенерирующие установки электростанций и объектов жилищно-коммунального хозяйства»

Расчет тепловой схемы паровой / водогрейной котельной работающей на закрытую систему теплоснабжения в городе со следующими характеристиками.

Исходные данные для курсового проекта представлены в таблице 1.

1. Нарисовать принципиальную тепловую схему котельной.

2. Выполнить расчет тепловой схемы паровой / водогрейной котельной, работающей на закрытую систему теплоснабжения.

3. Выполнить выбор вспомогательного оборудования котельной и системы теплоснабжения.

4. Оформить расчет схемы и выбор оборудования в виде расчетно-пояснительной записки.

5. Начертить развернутую тепловую схему (РТС) котельной (лист 1).

6. Начертить схему системы теплоснабжения объектов (лист.2).

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика и содержит: вопросы для 10 минутного опроса на лекциях по теме предыдущей лекции, задания на КП и комплект билетов на экзамен.

Таблица 1. Исходные данные для курсового проекта:

№ п/п	Тип котельной / котла	Тепловая нагрузка, МВт		Коэффициент собственных нужд химводоочистки	Расход нередуцированного пара на технологические нужды, т/ч.	Расход редуцированного пара на технологические нужды, т/ч.	Доля возврата конденсата внешними потребителями, %.	Параметры вырабатываемого пара / горячей воды:		Непрерывная продувка, %.	Месторасположение котельной
		на отопление и вентиляцию	горячее водоснабжение					давление абс., МПа,	температура, °С.		
1	Паровая / КЕ 25-14 МТ	48	10/10/9	1,2	12/12/12	39/39/36	65	1,4	194,1	3	г. Астрахани.
2	Паровая / КЕ 35-14 ГМ	56	10/10/9	1,15	14/14/14	30/30/26	75	1,4	194,1	4	г. Кемерово
3	Паровая / КЕ 10-14	44	8/8/7,5	1,08	8/8/8	26/26/22	85	1,4	194,1	3	г. Саратов
4	Паровая / КЕ 6,5-14	40	7/7/6,5	1,18	6/6/6	24/24/20	70	1,4	194,1	3	г. Самара
5	Паровая / КЕ 4-14	26	4/4/3,5	1,1	*	22/22/18	80	1,4	194,1	3	г. Оренбург
6	Паровая / КЕ 2,5-14	10	2/2/1,5	1,08	*	20/20/16	90	1,4	194,1	3	г. Н.Новгород
7	Паровая / КЕ 35-24 ГМ	60	9/9/8,5	1,2	13/13/13	29/29/25	85	1,4	194,1	3	г. Тольятти
8	Паровая / КЕ 25-14 МТ	52	9/9/8,5	1,2	12/12/12	35/35/30	80	1,4	194,1	4	г. Петропавл.-Камчатском.
9	Паровая / КЕ 10-14 МТ	36	9/9/8,5	1,2	12/12/12	24/24/20	75	1,4	194,1	3	г. Владивосток
10	Паровая / КЕ 6,5-14 МТ	34	6/6/5	1,2	12/12/12	22/22/18	70	1,4	194,1	3	г. Грозный
11	Пароводогрейная / **	6	4	1,08	14/14/14	6/6/6	90	*	*	2	г. Казань
12	Пароводогрейная	8	5	1,1	13/13/13	6/6/6	95	*	*	2	г. Волгоград
13	Пароводогрейная	10	6	1,15	12/12/12	5/5/5	90	*	*	3	г.Калуга

14	Пароводогрейная	11	7	1,18	15/15/15	7	95	*	*	2	г. Сызрань
15	Пароводогрейная	12	8	1,2	16/16/16	8	85	*	*	3	г. Тюмень
16	Пароводогрейная	13	8	1,18	17/17/17	9	90	*	*	3	г. Омск
17	Пароводогрейная	14	9	1,15	18/18/18	10	85	*	*	2	г. Воркута
18	Пароводогрейная	15	9	1,12	19/19/19	11	90	*	*	2	г. Челябинск
19	Пароводогрейная	16	10	1,1	20/20/20	12	80	*	*	2	г.Новокузнецк
20	Пароводогрейная	17	10	1,08	21/21/21	13	85	*	*	3	г. Томск
21	Водогрейная / КВГМ-6,5-150	14	4/4/3,5	1,15	-	-	-	1,35	150	-	г. Бугульма
22	Водогрейная / ТТ100 20 МВт	36	22	1,14	-	-	-	0,6	115	-	г. Елабуга
23	Водогрейная / ТТ100 4 МВт	10	5	1,06	-	-	-	0,6	115	-	г. Ижевск
24	Водогрейная / ТТ100 6 МВт	14	6	1,07	-	-	-	0,6	115	-	г. Пенза
25	Водогрейная / ТТ100 8 МВт	18	8	1,08	-	-	-	0,6	115	-	г. Агрыз
26	Водогрейная / ТТ100 10 МВт	22	10	1,09	-	-	-	0,6	115	-	г. Йошкар-Ола
27	Водогрейная / ТТ100 12 МВт	26	12	1,1	-	-	-	0,6	115	-	г. Киров
28	Водогрейная / ТТ100 15 МВт	34	18	1,11	-	-	-	0,6	115	-	г. Уфа
29	Водогрейная / ТТ100 18 МВт	40	22	1,12	-	-	-	0,6	115	-	г. Вологда
30	Водогрейная / ТТ100 20 МВт	46	26	1,13	-	-	-	0,6	115	-	г. Брянск

Примечание:

\* - остальные исходные данные принять по техническим характеристикам основного и вспомогательного оборудования котельной.

\*\* - котлы выбираются самостоятельно.