

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

Красильникова О.А.

«15» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Котельные установки и парогенераторы»

Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3, 4	6, 7	10

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, Курсовой проект, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

Старший преподаватель

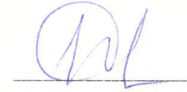


Леонтьев В.И

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Тепловые энергетические установки»



Смирнов А.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации № 143 от 28.02.2018 г., и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника».

Практическая подготовка осуществляется на основе профессионального стандарта «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 607н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 07 октября 2015 г., регистрационный № 39215).

Задачи дисциплины	Изучение конструктивных схем котельных установок и парогенераторов. Освоение методов теплового расчета котельных установок и парогенераторов.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Паровые котлы в энергетике, промышленности и транспорте. 2. Экономичность паровых и водогрейных котлов. 3. Технологические тракты котельной установки. 4. Поверхности нагрева котлов. 5. Топки и горелочные устройства котельных установок. 6. Конструкции, тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ. 7. Котловые трубопроводы и арматура. 8. Основы эксплуатации котельных установок. 9. Парогенераторы атомных электростанций.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), сопоставленных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК-1.1 Знает методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов ПК-1.2 Умеет работать с различными источниками информации и проводить ее анализ ПК-1.3 Владеет навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам	Знает методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов Умеет работать с различными источниками информации и проводить ее анализ Владеет навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам

<p>ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	<p>ПК-2.1 Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования          ПК-2.2 Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования          ПК-2.3 Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>	<p>Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования          Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования          Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>
<p>ПК-5 Способен выполнять работы по освоению и доводке технологических процессов производства тепловой и электрической энергии</p>	<p>ПК-5.1 Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов          ПК-5.2 Умеет определять способы совершенствования технологических процессов          ПК-5.3 Владеет навыками расчета тепловых схем электростанций</p>	<p>Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов          Умеет определять способы совершенствования технологических процессов          Владеет навыками расчета тепловых схем электростанций</p>

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» изучается на 3, 4 курсе, 6, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Инженерная графика в САД-системах», «Основы автоматизированного проектирования», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Б1.В.ДВ.03.01 Специальные технологии проектирования теплового энергетического оборудования», «Б1.В.ДВ.03.02 САД-системы», «Введение в профессиональную деятельность», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Котельные установки и парогенераторы», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Двигатели внутреннего сгорания», «Водоподготовка», «Технология производства электроэнергии и теплоты», «Тепловые и атомные электрические станции», «Теория автоматизированного управления тепловыми энергетическими установками», «Основы эксплуатации тепловых электрических станций», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся чувства ответственности и умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 10 з.е., 360 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	360
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	82
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	44
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	38
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b> включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	242
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен, Курсовой проект, Зачет с оценкой	36

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)	
	Контактная работа преподавателя	СРС

	с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лаборатор- ные занятия	
Раздел 1. Паровые котлы в энергетике, промышленности и транспорте.				
	2	-	-	6
Раздел 2. Экономичность паровых и водогрейных котлов.				
	4	8	-	16
Раздел 3. Технологические тракты котельной установки.				
	6	-		20
Раздел 4. Поверхности нагрева котлов				
	10	12		20
Раздел 5. Топки и горелочные устройства котельных установок.				
	6	8		20
Раздел 6. Конструкции, тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ.				
	6	10	-	20
Раздел 7. Котловые трубопроводы и арматура.				
	2	-	-	20
Раздел 8. Основы эксплуатации котельных установок				
	4	-	-	20
Раздел 9. Парогенераторы атомных электростанций				
	4	-	-	30
Подготовка и выполнение курсового проекта				<b>70</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>-</b>	<b>242</b>

### 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
-----------------------------------	------------------

Изучение теоретических разделов дисциплины	82
Подготовка к занятиям семинарского типа	60
Подготовка и выполнение расчетно-графического задания	30
Подготовка и выполнение курсового проекта	70
<b>ИТОГО</b>	<b>242</b>

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности.- М.: Издательский центр "Академия", 2011.- 128 с.
2. Бойко Е.А., Штапиков А.А. Котельные установки и парогенераторы (конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов). ИПЦ КГТУ, Красноярск, 2003.230 с.
3. Газифицированные котельные агрегаты: Учебник [Электронный ресурс]/ О.Н. Брюханов, В.А. Кузнецов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 392 с. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=401008>.
4. Ковалев А.П., Лелеев Н.С., Виленский Т.В. Парогенераторы.- М.: Энергоатомиздат, 1985.- 376 с.
5. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 525 с.
6. Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф., Виленский Т.В. Компоновка и тепловой расчет паровых котлов.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 205 с.
7. Безгрешнов, Липов Ю.М., Шлейфер Б.М. Расчет паровых котлов в примерах и задачах.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 240 с.
8. Виноградов В.С., Смирнов В.В. Поверочный тепловой расчет прямоточного котельного агрегата: учебное пособие для теплоэнергетических специальностей /В.С.Виноградов, В.В.Смирнов.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПП «Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т, 2004.- 115 с.
9. Леонтьев В.И., Хвостиков А.С. Тепловой расчет барабанного парового котла с естественной циркуляцией: учебное пособие. ФГБОУ " «Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т, 2018.- 164 с.

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций.- М.: Энергоатомиздат, 1981.- 239 с.
2. Энергетические топлива СССР, ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут, горючий природный газ: Справочник.-М.: Энергоатомиздат, 1991.- 184 с.
3. Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС.- М.: Энергоатомиздат, 1992.- 240 с.
4. Котлер В.Р. Специальные топки энергетических котлов.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 102 с.
5. Дубровский И.Я., Анিকেев А.В., Лошкарев В.А. Конструкции котлов СКД.- М.: Издательство МЭИ, 2000.- 31 с.

6. Лариков Н.Н. Теплотехника. - М.: Стройиздат, 1985.- 432 с.

### **8.3 Нормативная документация**

1. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод). Под редакцией С.И. Мочана. Л.: "Энергия", 1977. - 256 с.
2. Гидравлический расчет котельных агрегатов (нормативный метод). Под редакцией В.А. Локшина. Л.: "Энергия", 1978. - 256 с.
3. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издательство НПО ЦКТИ. СПб 1988. - 256 с.
4. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.
5. РД 34.03.201-97 «Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей», Москва «Издательство НЦ ЭНАС» 2003.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением». Москва

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 №003/10 эбс ИКЗ 19127270007692703010010012001611000 от 17 апреля 2019 г.
2. Электронная библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор №ЕП44 №001/19 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU Договор №ЕП 44 №004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 91272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.
4. Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт». Соглашение о сотрудничестве от 25/19 от 31 мая 2019 г.

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)**

Сайт всероссийского теплотехнического института (ОАО ВТИ) vti.ru

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (Таблица 5).**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты/условия пользования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice/html">https://www.openoffice/html</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов



аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия препода-

вателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
131/2	Лаборатория ТЭУ	Паровой котел КВВА 5/6; Стенд для определения температуры вспышки и воспламенения жидкого топлива; Стенд для определения вязкости горюче-смазочных материалов; Стенд для использования дисперсионных характеристик форсунок; Стенд для определения низшей теплоты сгорания топлива; Стенд для определения влажности насыщенного пара.	Лабораторные работы

## 10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****по дисциплине****«Котельные установки и парогенераторы»**

Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3, 4	6, 7	10

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, Курсовой проект, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
<p>ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией</p>	<p>ПК-1.1 Знает методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов            ПК-1.2 Умеет работать с различными источниками информации и проводить ее анализ            ПК-1.3 Владеет навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам</p>	<p>Знает методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов            Умеет работать с различными источниками информации и проводить ее анализ            Владеет навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам</p>
<p>ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	<p>ПК-2.1 Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования            ПК-2.2 Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования            ПК-2.3 Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>	<p>Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования            Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования            Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>
<p>ПК-5 Способен выполнять работы по освоению и доводке технологических процессов производства тепловой и электрической энергии</p>	<p>ПК-5.1 Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов            ПК-5.2 Умеет определять способы совершенствования технологических процессов            ПК-5.3 Владеет навыками</p>	<p>Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов            Умеет определять способы совершенствования технологических процессов            Владеет навыками расче-</p>

	расчета тепловых схем электростанций	та тепловых схем электростанций
--	--------------------------------------	---------------------------------

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>6 семестр</b>			
Паровые котлы в энергетике, промышленности и транспорте	З1(ДПК-1-4) З1(ПК-1-2) З1(ПК-2-6)	Опорный конспект	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств;</li> <li>- степень значимости определенных ценностей;</li> <li>- проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям;</li> <li>- умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.</li> </ul>
	У-1(ДПК-1-4) Н-1 (ДПК-1-4) У-1 (ПК-1-2) Н-1 (ПК-1-2) У-1 (ПК-2-6) Н-1 (ПК-2-6)	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
	Н-1 (ДПК-1-4) Н-1 (ПК-2-6)	Лабораторные работы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>-соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета;</li> <li>-правильность и аккуратность</li> </ul>

			<p>написания отчета;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-способность делать обоснованные вы-воды на основе экспериментальных данных;</li> <li>-степень точности ответов на контрольные вопросы,</li> <li>-установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.</li> </ul>
	<p>У-1(ДПК-1-4) Н-1 (ДПК-1-4) У-1 (ПК-1-2) Н-1 (ПК-1-2) У-1 (ПК-2-6) Н-1 (ПК-2-6)</p>	<p>Расчетно-графическая работа</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понимание методики и умение ее правильно применить;</li> <li>- качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации);</li> <li>- достаточность пояснений.</li> </ul>
<p>Экономичность паровых и водогрейных котлов</p>	<p>31(ДПК-1-4) 31(ПК-1-2) 31(ПК-2-6)</p>	<p>Опорный конспект</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		<p>Собеседование</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств;</li> <li>- степень значимости определенных ценностей;</li> <li>- проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям;</li> <li>- умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.</li> </ul>
		<p>Задачи практических занятий</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;</li> </ul>
	<p>У-1(ДПК-1-4) Н-1 (ДПК-1-4) У-1 (ПК-1-2) Н-1 (ПК-1-2) У-1 (ПК-2-6) Н-1 (ПК-2-6)</p>		



			установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	Н-1 (ДПК-1-4) Н-1 (ПК-2-6)	Лабораторные работы:	-соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета; -правильность и аккуратность написания отчета; -способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; -степень точности ответов на контрольные вопросы, -установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.
	У-1(ДПК-1-4) Н-1 (ДПК-1-4) У-1 (ПК-1-2) Н-1 (ПК-1-2) У-1 (ПК-2-6) Н-1 (ПК-2-6)	Расчетно-графическая работа	- понимание методики и умение ее правильно применить; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); - достаточность пояснений.
Технологические тракты котельной установки	31(ПК-44-3) 32(ПК-44-3)	Опорный конспект	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
		Собеседование	- глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.

	Н1(ПК-44-3) У1(ПК-44-3) У2(ПК-44-3)	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
	У2(ПК-44-3) Н2(ПК-44-3)	Лабораторные работы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>-соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета;</li> <li>-правильность и аккуратность написания отчета;</li> <li>-способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных;</li> <li>-степень точности ответов на контрольные вопросы,</li> <li>-установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.</li> </ul>
	Н1(ПК-44-3) У1(ПК-44-3) У2(ПК-44-3)	Расчетно-графическая работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понимание методики и умение ее правильно применить;</li> <li>- качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации);</li> <li>- достаточность пояснений.</li> </ul>
<b>7 семестр</b>			
Топки и горелочные устройства котельных установок	31(ДПК-1-5) 31(ПК-1-3) 31(ПК-2-7)	Опорный конспект	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых</li> </ul>

			<p>личностных качеств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- степень значимости определенных ценностей;</li> <li>- проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям;</li> <li>- умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.</li> </ul>
	<p>У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)</p>	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
	<p>У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)</p>	Курсовой проект	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие предполагаемым ответам;</li> <li>- правильное использование алгоритма выполнения решения;</li> <li>- логика рассуждений;</li> <li>- неординарность подхода к решению поставленной задачи;</li> <li>- качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации).</li> </ul>
Конструкции,	<p>31(ДПК-1-5) 31(ПК-1-3) 31(ПК-2-7)</p>	Опорный конспект	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств;</li> <li>- степень значимости определен-</li> </ul>

тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ			<p>ных ценностей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям;</li> <li>- умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.</li> </ul>
	<p>У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)</p>	<p>Задачи практических занятий</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
	<p>У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)</p>	<p>Курсовой проект</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие предполагаемым ответам;</li> <li>- правильное использование алгоритма выполнения решения;</li> <li>- логика рассуждений;</li> <li>- неординарность подхода к решению поставленной задачи;</li> <li>- качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации).</li> </ul>
<p>Котловые трубопроводы и арматура</p>	<p>31(ДПК-1-5) 31(ПК-1-3) 31(ПК-2-7)</p>	<p>Опорный конспект</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		<p>Собеседование</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств;</li> <li>- степень значимости определенных ценностей;</li> <li>- проявленное отношение к опре-</li> </ul>

			деленным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)	Задачи практических занятий	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)	Курсовой проект	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению поставленной задачи; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации).
Основы эксплуатации котельных установок	31(ДПК-1-5) 31(ПК-1-3) 31(ПК-2-7)	Опорный конспект	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
		Собеседование	- глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.

			зировать беседу, корректное поведение.
	У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)	Задачи практических занятий	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	У-1(ДПК-1-5) Н-1 (ДПК-1-5) У-1 (ПК-1-3) Н-1 (ПК-1-3) У-1 (ПК-2-7) Н-1 (ПК-2-7)	Курсовой проект	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению поставленной задачи; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации).

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 8).

## **2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<b>6 семестр</b>			
<b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</b>			
Опорный конспект	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к

			<p>оформлению графической и текстовой частям конспекта.</p> <p>18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта.</p> <p>12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта.</p> <p>0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.</p>
Собеседование(2вопроса)	В течение семестра	30 баллов	<p>30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов -при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</p>
Расчетно-графическая работа	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>20 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множе-</p>

			ство неточностей.
Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>20 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p>
Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов -студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов -студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>20 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей</p>



Экзамен	На экзаменационной сессии	50 баллов	<p>0 баллов-студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>40 баллов-студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>25 баллов-студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов-при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов</p>
ИТОГО:		210 баллов	-
Текущий контроль:		0 баллов	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  
 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  
 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  
 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень).

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Опорный конспект	В течение семестра	30 баллов	<p>30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта.</p> <p>24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта.</p> <p>18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта.</p> <p>12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта.</p> <p>0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.</p>

Собеседование (2 вопроса)	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 20 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
<b>ИТОГО:</b>		100 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			
<b>7 семестр</b> <b>Промежуточная аттестация в форме «КП»</b>			
Курсовой про-	В тече-	5 баллов	5 баллов - студент полностью выполнил задание.

ект	ние семестра	<p>Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>4 баллов - студент полностью выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>3 баллов - студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - студент не полностью выполнил задание. При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
<p>По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;</li> <li>- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;</li> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.</li> </ul>		

## Задания для текущего контроля по дисциплине 6 семестр

### Задачи практических занятий

1. В топке котла сжигается  $600 \text{ м}^3$  природного газа Угерского месторождения состава:  $\text{CO}_2 = 0,2\%$ ;  $\text{CH}_4 = 98,5\%$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,2\%$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,1\%$ ;  $\text{N}_2 = 1,0\%$ . Определить объем продуктов сгорания при коэффициенте избытка воздуха в топке  $\alpha = 1,15$ . Ответ:  $V_{\text{г}} = 7210 \text{ м}^3$ .

2. В топке котла сжигается  $2103 \text{ кг/ч}$  малосернистого мазута состава:  $C^{\text{P}} = 84,65\%$ ;  $H^{\text{P}} = 11,7\%$ ;  $S^{\text{P}} = 0,3\%$ ;  $O^{\text{P}} = 0,3\%$ ;  $A^{\text{P}} = 0,05\%$ ;  $W^{\text{P}} = 3,0\%$ . Определить, на сколько был увеличен объем подаваемого в топку воздуха, если известно, что при полном сгорании топлива содержание  $\text{RO}_2$  в дымовых газах снизилось с 15 до 12%. Ответ:  $V_{\text{в}} = 6666 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

3. Определить объем продуктов сгорания, получаемых при полном сгорании  $2 \times 10^3 \text{ кг/ч}$  карагандинского угля марки А состава:  $C^{\text{P}} = 54,7\%$ ;  $H^{\text{P}} = 3,3\%$ ;  $N^{\text{P}} = 0,8\%$ ;  $S^{\text{P}} = 0,8\%$ ;  $O^{\text{P}} = 4,8\%$ ;  $A^{\text{P}} = 27,6\%$ ;  $W^{\text{P}} = 8,0\%$ , если известно, что дымовые газы содержат  $\text{RO}_2 = 18\%$ . Ответ:  $V_{\text{г}} = 12560 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

4. Определить энтальпию продуктов сгорания при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1,2$ , образовавшихся при полном сгорании 1 кг каменного угля состава:  $C^{\text{P}} = 65\%$ ,  $H^{\text{P}} = 1,5\%$ ,  $N^{\text{P}} = 1\%$ ,  $O^{\text{P}} = 1,5\%$ ,  $s^{\text{P}} = 1,5\%$ ,  $A^{\text{P}} = 22,5\%$ ,  $W^{\text{P}} = 7\%$ , если известно, что температура газов на выходе из топки  $t = 1100^\circ\text{C}$ .

5. Определить действительное количество воздуха для сгорания  $1 \text{ м}^3$  газа, если коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1,1$ , а теоретически необходимое количество воздуха  $V_{\text{T}} = 9,51 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

6. Определить теоретически необходимое и действительное количество воздуха для сгорания антрацита следующего элементарного состава:  $C_{\text{P}} = 76,4\%$ ,  $H_{\text{P}} = 1,5\%$ ,  $N_{\text{P}} = 0,8\%$ ,  $O_{\text{P}} = 1,3\%$ ,  $N^{\text{P}} = 1,7\%$ ,  $A^{\text{P}} = 13,3\%$ ,  $W^{\text{P}} = 5\%$ . Коэффициент избытка воздуха в топочной камере принять равным  $\alpha = 1,2$ .

7. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки  $1 \text{ м}^3$  природного газа следующего состава:  $\text{CO}_2 = 0,0\%$ ;  $\text{CH}_4 = 97,9\%$ ;  $\text{N}_2 = 1,2\%$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,5\%$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,2\%$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1\%$ . Коэффициент избытка воздуха принять  $\alpha = 1,12$ . Температура газов на выходе из топки  $t_{\text{г}} = 1000^\circ\text{C}$ .

8. Определить теоретическое необходимое и действительное количество воздуха для сгорания керосина следующего элементарного состава:  $C^{\text{P}} = 85\%$ ;  $H^{\text{P}} = 14,9\%$ ;  $N^{\text{P}} = 1\%$ . Коэффициент избытка воздуха принять  $\alpha = 1,3$ .

### Вопросы к собеседованию

1. Паровые котлы в современной энергетике. Ведущие научно - исследовательские институты, проектные организации и котлостроительные заводы.

2. Применение паровых котлов в промышленности и энергетике. Маркировка котлов.

3. Основные определения и терминология применяемая в котельной технике. (Паровой котел, водогрейный котел, поверхность нагрева (экран, кипяточный пучок, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель), топка, конвективный пучок).

4. Общие сведения о паротурбинных электростанциях и месте парового котла в тепловой схеме. Технологическая схема паротурбинной электростанции с промежуточным перегревом пара, работающей на минеральном топливе

5. Стадии преобразования химической энергии топлива в электрическую энергию на паротурбинных электростанциях.

6. Принципиальная тепловая схема простейшей ПТЭС на насыщенном паре и цикл Ренкина в T-s диаграмме.

7. Принципиальная тепловая схема простейшей ПТЭС на перегретом паре и цикл Ренкина в T-s диаграмме.

8. Принципиальная тепловая схема простейшей ПТЭС с промежуточным перегревом пара и цикл Ренкина в T-s диаграмме.
9. Тепловой баланс парового котла. Составляющие баланса.
10. Коэффициент полезного действия парового котла. Влияние потерь на КПД котла.
11. Расход топлива. Способы определения. Основные факторы, влияющие на расход топлива.
12. Классификация котельного топлива.
13. Состав горючей массы и сухой массы топлива. Горючие элементы
14. Классификация твердых топлив. Понятие о теплотворной способности топлива и ее определение. Понятие о летучих в твердом топливе.
15. Основная характеристика топлива. Высшая и низшая теплота сгорания.
16. Способы и методы определения теплоты сгорания топлива.
17. Классификация углей по размерам кусков и по выходу летучих и характеристике коксового остатка.
18. Горение твердого топлива.
19. Топлива применяемые паротурбинных электростанциях.
20. Элементарный состав твердого органического топлива. Основные свойства бурых и каменных углей.

### **Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ**

Лабораторная работа №1 «Определение температуры вспышки и воспламенения топлива»:

1. Дайте определение агрегатного состояния веществ и материалов (газы, жидкости, пыли, твердые вещества) с точки зрения их пожаровзрывоопасности.
2. Что такое пожаровзрывобезопасность веществ и материалов?
3. Приведите основные пожаровзрывоопасные показатели вещества материалов. Дайте их определения.
4. Опишите механизм горения жидкостей.
5. Что такое нижние и верхние концентрационные и температурные пределы распространения пламени?
6. Дайте определение температуры вспышки и воспламенения.
7. Как подразделяются жидкости в зависимости от температуры вспышки?
8. Как можно рассчитать температуру вспышки жидкости?

Лабораторная работа №2 «Определение вязкости мазута с помощью вискозиметра Энглера»:

1. От чего зависит величина силы трения при движении жидкости?
2. Что называется вязкостью жидкости?
3. Что такое градиент скорости сдвига?
4. Какие коэффициенты вязкости вы знаете, как они определяются?
5. Как изменяется вязкость жидкостей и газов с изменением температуры и давления?
6. Чем объясняется наличие вязкости в жидкостях и газах?
7. Кто впервые изобрел вискозиметр?
8. Что изучает наука реология?
9. Какие неньютоновские жидкости вы знаете?

Лабораторная работа №3 «Определение влажности насыщенного пара с помощью калориметра»:

1. Какой пар называется насыщенным? Что такое динамическое равновесие; точка росы?
2. Почему показания смоченного термометра меньше, чем сухого?

3. Как, зная точку росы, можно определить парциальное давление?
4. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха?

Лабораторная работа №4 «Определение теплотворной способности топлива»:

1. Понятие высшей и низшей теплоты сгорания топлива.
2. Размерность теплотворной способности для жидкого, твердого и газообразного топлива.
3. Как рассчитывается высшая теплота сгорания?
4. Что такое калориметр и для чего он применяется?
5. Устройство калориметра.

Лабораторная работа №5 «Определение низшей теплоты сгорания твердого и жидкого топлива с помощью калориметрической бомбы»:

1. Понятие топлива.
2. Виды топлива.
3. Понятие высшей и низшей теплоты сгорания топлива.
4. Что такое калориметрическая бомба и для чего ее применяют?
5. Устройство калориметрической бомбы.

### **Экзаменационные теоретические вопросы**

1. Элементарный состав, свойства и горение природного газа твердого и жидкого топлива. Стадии сгорания топлива.
2. Понятие о скорости распространения, отрыве и проскоке пламени.
3. Способы сжигания органических топлив. Коэффициент избытка воздуха. Влияние на работу котла.
4. Механизмы образования и методы снижения оксидов азота.
5. Понятия о водяном паре. Парообразование, кипение, испарение, влажность, насыщенный и перегретый пар. Степень сухости и влажности.
6. Общее устройство котельной установки и принципиальные простейшие схемы водопаровых трактов. Компонентные схемы котлов и размещение в газоходах поверхностей нагрева.
7. Основные параметры работы паровых и водогрейных котлов.
8. Парообразование на горизонтальных поверхностях, парообразование в вертикальных трубах.
9. Парообразование в горизонтальных трубах. Режимы течения воды и пара в горизонтальных трубах.
10. Кризисы парообразования в парообразующих трубах паровых котлов. Причины их образования и последствия.
11. Циркуляционные схемы паровых котлов с естественной циркуляцией, принудительной циркуляцией и прямоточных котлов. Кратность циркуляции в зависимости от циркуляционной схемы и паропроизводительности котла. Напор естественной циркуляции.
12. Назначение и схемы многоступенчатого испарения. Состав оборудования, конструктивные особенности. Виды и организация периодической и непрерывной продувок.
13. Конструктивные характеристики труб поверхностей нагрева котлов. Сортамент котельных труб и понятие об условном диаметре.
14. Марки сталей и области их применения в паровых котлах. Предельные температуры наружной поверхности обогреваемых труб.
15. Принципиальные схемы газотрубных и водотрубных паровых котлов.

16. Технологические тракты котельной установки их назначение и их взаимосвязь. Основные технологические процессы в котельных установках.
17. Аэродинамика газоздушных трактов котельных установок. Понятие о самотяге. Основное уравнение аэродинамики.
18. КУ с естественной тягой. Схемы, области применения. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Достоинства и недостатки.
19. КУ с газоздушным трактом под разрежением. Достоинства и недостатки. Области применения. Распределение давлений воздуха и газов в тракте.
20. КУ с уравновешенной тягой. Области применения. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Достоинства и недостатки.
21. КУ, работающие под наддувом. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Области применения. Достоинства и недостатки.
22. КУ -парогенераторы, работающие под высоким давлением в топке. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Области применения. Достоинства и недостатки.
23. Газотрубные паровые котлы. Схемы и конструкции горизонтальных жаротрубно-дымогарных оборотных паровых котлов. Принципиальная схема работы.
24. Газотрубные паровые котлы. Схемы и конструкции вертикальных жаротрубно-дымогарных паровых котлов. Принципиальная схема работы.
25. Основные достоинства и недостатки газотрубных котлов.
26. Схемы и конструкции газотрубно-водотрубных комбинированных паровых котлов. Принципиальная схема работы.
27. Распределение доли тепла, на подогрев, испарение и перегрев в котлах при разных давлениях и температуре пара на выходе.
28. Схемы водопарового и газоздушного трактов энергетических котлов. Параметры теплоносителей в опорных точках газоздушного и водопарового трактов котлов.
29. Барабаны паровых котлов. Назначение, определение. Типоразмерный ряд барабанов по диаметру. Материалы.
30. Конструкция корпуса парового барабана котла высокого и среднего давления.
31. Конструкция корпуса барабана котла со сложным контуром циркуляции.
32. Внутрибарабанные устройства. Сепарационные устройства барабанов котлов. Внутри барабанные циклоны, промывочные листы, дырчатые листы, жалюзийные сепараторы. Назначение, устройство и конструкции.
33. Паропромывочные устройства в барабане котлов высокого давления. Назначение, схемы работы.
34. Топочные экраны котла котлов с естественной циркуляцией, принудительной циркуляцией и прямоточных котлов. Схемы фестонов и аэродинамических порогов. Назначение устройства. Шаг труб. Конструкции экранов газоплотных котлов.
35. Конструкции и назначение двухсветных экранов. Конструктивные узлы соединения экранных труб с коллекторами. Назначение коллекторов.
36. Назначение водоопускных труб. Конструктивные схемы. Соотношение живых сечений водоопускных и экранных труб.
37. Конструкции креплений экранных труб. Назначение. Схемы креплений. Способы разводки экранных труб в местах установки горелок, лазов и гляделок .
38. Топочные камеры котлов, виды, конструкции и основные топочные устройства для сжигания топлива.
39. Назначение пароперегревателей паровых котлов. Разбивка на ступени. Расположение ступеней в газоходах котла. Устройство пакетов.
40. Температурный режим работы пароперегревателя. Тепловая и гидравлическая разверка, способы ее снижения.
41. Схемы однопоточных и двухпоточных пароперегревателей. Принципы работы пароперегревателей.

42. Конструктивные схемы пакетов змеевиков. Продольный поперечный шаг пакетов и змеевиков в пакетах.
43. Назначение радиационных пароперегревателей, конструктивные схемы.
44. Радиационно-конвективный пароперегреватель. Назначение, конструктивные схемы, шаг между пакетами и трубами змеевиков в пакетах.
45. Конструкции и устройство промежуточных пароперегревателей. Назначение и схема работы. Общее устройство.
46. Способы регулирования температуры пара в ступенях пароперегревателя. Состав оборудования системы. Место в тепловой схеме и устройство конденсатной установки собственных нужд и впрыскивающих пароохладителей.
47. Хвостовые поверхности нагрева. Состав, разбивка на ступени и расположение в газоходах котла.
48. Водяные экономайзеры не кипящего и кипящего типа и их конструктивные виды. Назначение, разбивка на ступени и блоки, схемы включения.
49. Воздухоподогреватели котлов регенеративного и рекуперативного типа. Назначение, устройство и области применения. Разбивка на ступени, кубы, блоки. Схемы включения.
50. Способы подогрева воздуха на входе в воздухоподогреватель. Калориферный подогрев, подогрев рециркуляцией горячего воздуха. Необходимость и температурный режим подогрева. Конструктивные схемы.

## 7 семестр

### Задачи практических занятий

1. В топке котла паропроизводительностью  $D = 7,22$  кг/с сжигается высокосернистый мазут состава:  $C^p = 83,0\%$ ;  $H^p = 10,4\%$ ;  $S^p = 2,8\%$ ;  $O^p = 0,7\%$ ;  $A^p = 0,1\%$ ;  $W^p = 3,0\%$ . Определить располагаемую теплоту в кДж/кг т теплоту, полезно используемую в котле в процентах, если известна температура подогрева мазута  $t_T = 90$  °С, натуральный расход топлива  $B = 0,527$  кг/с, давление перегретого пара  $r_{п.п.} = 1,3$  МПа, температура перегретого пара  $t_{п.п.} = 250$  °С, температура питательной воды  $t_{п.в.} = 100$  °С, и величина непрерывной продувки  $P = 4\%$ . Ответ:  $Q^p = 39044$  кДж/кг,  $q_1 = 89,5\%$ .

2. Определить КПД брутто и нетто котельной установки, работающей на кузнецком угле марки Д состава:  $C^p = 58,7\%$ ;  $H^p = 4,2\%$ ;  $N^p = 1,9\%$ ;  $S^p = 0,3\%$ ;  $O^p = 9,7\%$ ;  $A^p = 13,2\%$ ;  $W^p = 12,0\%$ , если известен натуральный расход топлива  $B = 0,24$  кг/с, паропроизводительность котла  $D = 1,8$  кг/с, давление перегретого пара  $r_{п.п.} = 4$  МПа, температура перегретого пара  $t_{п.п.} = 450$  °С, температура питательной воды  $t_{п.в.} = 140$  °С, величина непрерывной продувки  $P = 3\%$ , расход пара на собственные нужды котельной установки,  $D_{с.н.} = 0,01$  кг/с и давление пара, на собственные нужды,  $r_{с.н.} = 0,5$  МПа. Ответ:  $\eta_{брутто} = 90,6\%$ ;  $\eta_{нетто} = 89\%$ .

3. В топке котла паропроизводительностью  $D = 64$  кг/с сжигается бурый уголь с нижней теплотой сгорания  $Q_{пн} = 15300$  кДж/кг. Определить расход расчетного и условного топлива, если известны КПД котла (брутто)  $\eta_{брутто} = 89,3\%$ ; давление перегретого пара  $r_{п.п.} = 10$  МПа, температура перегретого пара  $t_{п.п.} = 510$  °С, температура питательной воды  $t_{п.в.} = 2150$  °С, потери топлива со шлаком  $Q_{4шл} = 172$  кДж/кг, потери с провалом топлива  $Q_{4пр} = 250$  кДж/кг, потери теплоты с частицами топлива, уносимыми уходящими газами,  $Q_{4ун} = 190$  кДж/кг. Ответ:  $B_p = 11,4$  кг/с,  $B_u = 6,06$  кг/с.



## Характеристика курсового проекта

Задание на курсовой проект: Произвести тепловой расчет парового или водогрейного котла. Марку котла и вид сжигаемого топлива задает преподаватель.

Курсовой проект выполняется в 6 и 7 семестрах.

Курсовой проект выполняется в два этапа:

- первый этап – Расчетно - графическое задание (РГЗ);
- второй этап – Курсовой проект.

РГЗ является частью курсового проекта и выполняется в 6 семестре, а в 7 семестре полный курсовой проект включая первую часть.

Тема РГЗ «Расчет экономичности и топки парового котла марки ...».

При выполнении РГЗ:

1. Подбирать описание и чертежи котла в соответствии с маркой по заданию, в соответствии с каталогами заводов-изготовителей, номенклатурой котлов действующих электрических станций, энергетических цехов промышленных предприятий.

2. Установить рабочие параметры котла:

- паропроизводительность котла – т/ч;
- температуру перегрева пара – °С;
- давление перегретого пара – МПа (кг/см<sup>2</sup>);
- температуру питательной воды – °С и другие данные необходимые для расчета.

3. Подобрать энергетические характеристики сжигаемого топлива.

4. Произвести расчет:

- количество воздуха и объемы продуктов сгорания топлива;
- энтальпии воздуха и продуктов сгорания;
- энтальпий и температур продуктов сгорания в диапазоне от 10 до 2100 °С для топочной камеры, пароперегревателя, каждой ступени водяного экономайзера и воздухоподогревателя и составить таблицу;
  - теплового баланса котла, определить КПД и расход топлива;
  - выполнить расчет топки (конструктивные (геометрические) характеристики топки).

5. Произвести расчет теплообмена в топке и определить температуру газов на выходе из топки.

Первый этап или РГЗ должен быть оформлен как текстовый материал.

В первой части РГЗ привести описание парового котла, привести его чертеж (разрез). Чертеж должен быть выполнен в соответствии с требованиями машиностроительного черчения.

Структура и содержание курсового проекта представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Структура и содержание курсового проекта

Наименование разделов	Содержание проекта
Разработка расчетных блок схем водопарового и воздушно газового трактов.	Оформление расчетных блок схем, для контроля результатов тепловых расчетов. Обоснование выбранных параметров теплоносителей в опорных точках газозвоздушного и водопарового трактов, не указанных в задании.
Конструктивные характеристики котельного агрегата	Конструкции топочной камеры, ступеней пароперегревателя, ступеней водяного экономайзера и воздухоподогревателя их геометрические характеристики – площади поверхностей нагрева, диаметры трубных систем, шаг труб и т.п.
Построение I-t диаграммы	Элементарный состав и низшая теплота сгорания топлива. Определение объема и парциальных давлений продуктов сго-

Наименование разделов	Содержание проекта
	рания. Определение теплосодержания (энтальпии) дымовых газов. Построение I-t диаграммы. Тепловой баланс и определение расхода топлива.
Тепловой расчет топочной камеры	Расчет теплообмена в топке. Тепловосприятие испарительных поверхностей нагрева. Расчет температуры газов на выходе из топки
Тепловой расчет потолочного пароперегревателя, ширмы и фестона	Среднее тепловое напряжение лучевоспринимающей поверхности настенных радиационных поверхностей нагрева, ширм и фестона. Количество лучистого тепла, воспринятого лучевоспринимающей поверхностью ширм. Температура пара на входе в ширмы и выходе ширм и фестона
Расчет конвективного пароперегревателя	Температура газов на входе и выходе в ступени конвективного пароперегревателя. Тепловосприятие пароперегревателя котла. Температура пара на входе и выходе из ступеней пароперегревателя
Расчет вторичного перегревателя	Температура газов на входе во вторичный перегреватель и выходе из него. Температура пара на входе и выходе из пароперегревателя Тепловосприятие вторичного пароперегревателя
Расчет водяного экономайзера	Температура газов на входе и выходе в ступени водяного экономайзера. Температура питательной воды на входе в экономайзер. Температура питательной воды на выходе из ступеней экономайзера. Тепловосприятие экономайзера.
Расчет воздухоподогревателя	Температура воздуха на входе и выходе из воздухоподогревателя. Температура газов на входе и выходе из воздухоподогревателя.
Уточнение теплового баланса	Потеря тепла с уходящими газами. Суммарные тепловые потери и КПД. Расчетный расход топлива.
Оформление расчетных блок схем водопарового и воздушно-газового трактов.	Внесение на схемы результатов расчетов температур воды, пара, воздуха и уходящих газов на входе и выходе из каждой поверхности нагрева.

Графическая часть:

1. Выбрать чертеж котла и согласовать его с руководителем курсового проекта
2. Выполнить чертеж продольного разреза котла в соответствии с заданием и оформить его на формате А1.
3. Составить спецификацию к чертежу.

#### Вопросы к собеседованию

1. Классификация паровых стационарных котлов по давлению и температуре перегретого пара.
2. Классификация паровых котлов по особенностям газозвдушного тракта.
3. Классификация паровых котлов по фазовому состоянию выводимого из котла шлака.
4. Классификация паровых котлов по типу топочного устройства.
5. Классификация паровых котлов по виду водопарового тракта.
6. Классификация паровых котлов по давлению получаемого пара.
7. Классификация паровых котлов по мощности и типу подогрева воздуха.

8. Классификация и характеристики водогрейных котлов.
9. Маркировка паровых и водогрейных котлов.
10. Конструкции горизонтальных паровых котлов с продольным и поперечным барабаном. Достоинства и недостатки.
11. Конструкции горизонтальных паровых котлов системы Шухова.
12. Конструкции горизонтальных паровых котлов системы Бабкок-Вилькокс.
13. Паровые котлы низкой компоновки. Основные конструкции схемы работы. Тракты котлов.
14. Компоновочные схемы котлов низкой компоновки.
15. Схемы и конструкции двухбарабанных паровых котлов О, D, А.
16. Паровые котлы типа ДЕ. Расположение поверхностей нагрева. Экранные и конвективные пучки труб.
17. Паровые котлы типа ДКВР. Расположение поверхностей нагрева. Экранные и конвективные пучки труб.
18. Циркуляция воды и пара в двухбарабанных котлах. Схемы циркуляционных контуров.
19. Компоновочные схемы вертикальных водотрубных паровых котлов.
20. Паровые котлы П и Т -образных компоновочных схем. Расположение поверхностей нагрева. Основные достоинства и недостатки.
21. Паровые котлы N -образной компоновки. Расположение поверхностей нагрева. Основные достоинства и недостатки.
22. Паровые котлы U-образной компоновки с инверторной и плечевой топкой. Расположение поверхностей нагрева. Основные достоинства и недостатки.
23. Паровые котлы башенной компоновки. Расположение поверхностей нагрева. Основные достоинства и недостатки.
24. Паровые котлы с кольцевой топкой. Расположение поверхностей нагрева. Основные достоинства и недостатки.
25. Конструкции водотрубных энергетических паровых котлов. Паровые котлы с кипящими пучками труб
26. Состав оборудования котельной установки. Основное и вспомогательное котельное оборудование, назначение.
27. Схемы пароводяных трактов паровых котлов. Параметры критического состояния воды.
28. Циркуляция воды и пара в вертикальных паровых котлах. Понятие о простом и сложном циркуляционном контуре.
29. Основы гидродинамики паровых котлов с ЕЦ. Движущий напор ЕЦ. Основное уравнение циркуляции.
30. Основы гидродинамики паровых котлов с ЕЦ. Кратность циркуляции. Зависимость кратности циркуляции от паропроизводительности котла.
31. Нарушения в работе контура естественной циркуляции. При низком значении кратности циркуляции.
32. Нарушения в работе контура естественной циркуляции. Режимы со свободным уровнем в подъемных трубах, выведенных в паровой объем барабана.
33. Нарушения в работе контура естественной циркуляции. Опрокидывание циркуляции. Застой циркуляции. Причины и пути устранения.
34. Ступенчатое испарение в барабанных паровых котлах, назначение и основные схемы.
35. Ступенчатое испарение в барабанных паровых котлах. Контур циркуляции с выносными циклонами.
36. Организация продувок барабанного котла. Назначение и схемы.
37. Расширители непрерывной и периодической продувок паровых котлов. назначения и конструкции.

38. Схема парового котла с естественной циркуляцией. Принципы работы и взаимосвязь поверхностей нагрева.
39. Основные достоинства и недостатки паровых котлов с ЕЦ.
40. Паровые котлы с многократной принудительной циркуляцией. Схемы, состав оборудования. Область применения. Достоинства и недостатки.
41. Барабанный котел с комбинированной циркуляцией. Область применения. Достоинства и недостатки.
42. Прямоточные паровые котлы. Циркуляция воды и пара в прямоточных котлах. Схемы расположения поверхностей нагрева.
43. Прямоточные паровые котлы системы Рамзина, расположение поверхностей нагрева. Схема работы котла.
44. Назначение переходной зоны прямоточного парового котла. Ее место в конструкции. Схема котла с переходной зоной.
45. Прямоточные паровые котлы системы Зульцера и Бенсона. Расположение поверхностей нагрева и схемы конструкций и работы.
46. Основные достоинства и недостатки прямоточных паровых котлов.
47. Области применения прямоточных котлов и их основные параметры.
48. Паровые котлы с принудительной циркуляцией малой кратности. Конструктивные схемы. Назначение. Принципы работы. Достоинства и недостатки.
49. Низконапорные и высоконапорные паропроизводящие установки. Основные схемы. Назначение. Достоинства и недостатки.
50. Высоконапорные паровые котлы - парогенераторы. Конструктивные схемы. Области применения. Достоинства и недостатки.

### **Теоретические вопросы к зачету с оценкой**

1. Котлы-утилизаторы. Назначение. Конструктивные схемы. Принципы работы в составе технологических установок.
2. Котлы непрямого действия и с не водяными теплоносителями. Двухконтурный паровой котел. Назначение и области применения.
3. Поверхности нагрева парового котла их назначение. Место в тепловой схеме тепловой электростанции парового котла. Принципы компоновки.
4. Распределение доли тепла, на подогрев, испарение и перегрев в котлах при разных давлениях и температуре пара на выходе.
5. Схемы водопарового и газозвоздушного трактов энергетических котлов.
6. Параметры теплоносителей в опорных точках газозвоздушного и водопарового трактов.
7. Назначение, устройство и основные требования к каркасам котлов.
8. Назначение, состав оборудования и технологическая схема станционной топливоподачи твердого топлива.
9. Назначение, состав оборудования и технологическая схема котлового топливного тракта твердого топлива со среднеходными и высокооборотными мельницами.
10. Назначение, состав оборудования и технологическая схема котлового топливного тракта твердого топлива с тихоходными мельницами.
11. Назначение, состав оборудования и технологическая схема мазутохозяйства ТЭС.
12. Назначение, состав оборудования и технологическая схема газового хозяйства.
13. Назначение мазутных форсунок, основные типы и устройство.
14. Назначение газовых горелок, основные типы и устройство.
15. Назначение газо- мазутных горелок энергетических котлов, основные типы и устройство.
16. Воздухонаправляющие устройства мазутных форсунок и газовых горелок. Кон-

структивные схемы,

17. Назначение воздухопроводов котлов, технологические схемы первичного, вторичного и третичного воздуха.
18. Назначение газо- мазутных горелок промышленных котлов низкого давления, основные типы и устройство.
19. Назначение и схемы систем рециркуляции дымовых газов.
20. Назначение пылеугольных горелок, основные типы и устройство.
21. Назначение тягодутьевых машин, основные типы и устройство.
22. Назначение и состав оборудования систем гидрозолошлакоудаления. Технологические схемы.
23. Назначение, устройство установок шлакоудаления котлов с твердым и жидким шлакоудалением.
24. Назначение, виды и устройство установок сухого золоулавливания.
25. Назначение, виды и устройство установок мокрого золоудаления с трубами «Вентури».
26. Назначение устройство установок мокрого золоудаления конструкции Панарина.
27. Назначение и устройство мокропрутковых установок золоулавливания.
28. Назначение и устройство наружных газоходов котлов и дымовых труб (бетонных, кирпичных и стальных).
29. Назначение тепловой изоляции и обмуровки котлов. Классификация обмуровок, крепление на котле. Основные применяемые теплоизоляционные материалы.
30. Состав, назначение и устройство трубопроводных систем, необходимых в процессе эксплуатации котла (аварийный слив, продувки, выхлопные трубопроводы с глушителями, впрысков ь и т.п.).
31. Устройство главных и растопочных паропроводов и питательных трубопроводов их опоры и подвески. Назначение реперов.
32. Назначение, устройство и состав оборудования для наружной очистки поверхностей нагрева котла от загрязнений.
33. Виды и назначение арматуры для измерения давления и температуры. Установка для контроля параметров на котловом вспомогательном оборудовании, трубопроводах и поверхностях нагрева.
34. Трубопроводная арматура назначение, Классификация, общее устройство.
35. Устройства для измерения расходов газа, мазута, воды, пара низких параметров, пара высоких параметров. Принцип действия и контроль измеряемых величин. Требования к установке в трубопроводах и паропроводах.
36. Импульсно - предохранительные устройства котлов. Назначение, конструкция и технологическая схема, принцип действия.
37. Компенсаторы тепловых перемещений трубопроводов горячей воды и пара, воздухопроводов и газоходов.
38. Назначение и общее устройство котловой гарнитуры. Установка на котле, способы крепления.
39. Принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок атомных электростанций. Место в тепловой схеме атомного реактора.
40. Достоинства и недостатки атомных электростанций. Основные виды расщепляющегося топлива.
41. Общее устройство и виды реакторов атомных электростанций.
42. Назначение и общее устройство биологической защиты атомных реакторов.
43. Общее устройство, назначение ТВЭлов. Устройство сборки ТВЭлов и установка их в реактор.
44. Назначение, устройство и установка в реакторах стержней управления и защиты.
45. Парогенераторы атомных электростанций, назначение и место в тепловой схеме. Конструктивные виды и общее устройство.

