

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Г.П. Старинов
« 10 » 04 2019 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)	2019
Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4,5	8,9	8

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен Зачет с оценкой Курсовой проект	ТЭУ


Комсомольск-на-Амуре 2019

Разработчик рабочей программы
Старший преподаватель



_____ В.И. Леонтьев
« 01 » _____ 04 _____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки


_____ И.А. Романовская
« 02 » _____ 04 _____ 2019 г.


Заведующий кафедрой
(обеспечивающей) «ТЭУ»


_____ А.В. Смирнов
« 03 » _____ 04 _____ 2019 г.

Декан факультета «Энергетики,
транспорта и морских технологий»


_____ А.В.Космынин
« 04 » _____ 04 _____ 2019 г.

Начальник учебно-методического
управления


_____ Е.Е. Поздеева
« 05 » _____ 04 _____ 2019 г.

Разработчик рабочей программы
Старший преподаватель

_____ В.И. Леонтьев
« _____ » _____ 20__ г.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №143 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника".

Задачи дисциплины	Формирование у студентов знаний, навыков и умений, необходимых в понимании процессов производства пара и горячей воды в котельных установках и парогенераторах и их конструкциях.
Основные разделы / темы дисциплины	Изучение конструктивных схем котельных установок и парогенераторов. Освоение методов теплового расчета котельных установок и парогенераторов/1. Паровые котлы в энергетике, промышленности и транспорте. 2. Экономичность паровых и водогрейных котлов. 3. Технологические тракты котельной установки. 4. Топки и горелочные устройства котельных установок. 5. Конструкции, тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ. 6. Котельное вспомогательное оборудование. 7. Котловые трубопроводы и арматура. 8. Основы эксплуатации котельных установок

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных 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 по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные		
Общепрофессиональные		
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.	Знать методы сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов Уметь работать с различными источниками информации и проводить ее анализ

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	Владеет навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам	Владеть навыками сбора и представления информации по проектируемым энергообъектам
ПК-2. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	<p>ПК-2.1. Знает методики расчета для проектирования технологического оборудования</p> <p>ПК-2.2. Умеет применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>	<p>Знать методики расчета для проектирования технологического оборудования</p> <p>Уметь применять стандартные средства автоматизации проектирования технологического оборудования</p> <p>Владеть навыками проведения расчетов при проектировании технологического оборудования</p>
ПК-7. Готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>ПК-7.1. Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов</p> <p>ПК-7.2. Умеет определять способы совершенствования технологических процессов</p> <p>ПК-7.3. Владеет навыками расчета тепловых схем электростанций</p>	<p>Знать основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов</p> <p>Уметь определять способы совершенствования технологических процессов</p> <p>Владеть навыками расчета теплового расчета котельных установок</p>

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» изучается на 4,5 курсах в 6, 7 семестрах.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и (или) опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Ос-

новы проектной деятельности», «Начертательная геометрия и инженерная графика в САД-системах», «Учебная практика (ознакомительная практика)», «Специальные технологии проектирования теплового энергетического оборудования», «САД-системы», «Основы проектной деятельности», «Специальные компьютерные технологии», «Энергетика - основа цивилизации», «Производственная практика (эксплуатационная практика)», «»

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

Входной контроль не проводится.

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 8 з.е., 288 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	288 (144/144)
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	34
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16(8/8)
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	68 (6лаб,6пр/6пр)
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	241 (115/126)
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен (6 сем) Зачет с оценкой Курсовой проект (7сем)	13 (9/4)

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 с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1- Паровые котлы в промышленности и транспорте (8 семестр)				
Тема. Введение. Научные и котлостроительные предприятия России. Применение паровых и водогрейных котлов в промышленности и транспорте.	0,5			5
Тема. Определение температуры вспышки и воспламенения топлива			2	5
Тема. Место парового котла в тепловых схемах паротурбинных установок на насыщенном, перегретом и вторично перегретом паре. Тепловые схемы и T-s диаграммы паротурбинных циклов.	0,5			5
Тема. Изучение тепловых схем паротурбинных электростанций		1		5
Тема. Основные термины и определения по котельным установкам. Теплообменные поверхности нагрева котлов и их взаимное расположение. Основные параметры котлов	0,5			5
Тема. Изучение конструкций водотрубных парогенераторов и отдельных его элементов. Расположение и взаимосвязь поверхностей нагрева.	0,5	1		1
Тема. Классификация паровых и водогрейных котлов и их маркировка	0,5			6
Тема. Определение вязкости мазута с помощью вискозиметра Энглера.			2	6
Тема. Требования к котельной стали и свойства химического состава. Применение сталей в котлостроении. Поведение металла при высоких температурах. Котельные трубы.	0,5			6
Тема. Взаимное расположение сопряженных поверхностей нагрева, Способы развода труб при взаимном пересечении поверхностей нагрева, гибка шаблонов отдельных змеевиков	0,5			6

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема. Основы водоподготовки. Водяной пар в теплоэнергетике. Критические параметры воды и пара. Получение пара в паровых котлах. Парообразование в парообразующих трубах парового котла. Кризисы теплообмена в парообразующих трубах.	0,5			6
Тема. Определение влажности насыщенного пара с помощью калориметра.			2	6
Раздел 2 -Экономичность паровых и водогрейных котлов.				
Тема. Определение теплотворной способности топлива.	0,5	1		6
Тема. Определение низшей теплоты сгорания твердого и жидкого топлива с помощью калориметрической бомбы.	0,5	1		6
Тема. Определение теоретического расхода топлива, состава и объема продуктов сгорания, энтальпии продуктов сгорания	0,5	1		6
Тема. Тепловой баланс и потери в котле. Коэффициент полезного действия котла. Расход топлива.	0,5	1		6
Раздел 3 -Технологические тракты котельной установки.				
Тема. Топливный тракт. Пароводяной тракт. Воздушно-газовый тракт. Тракт удаления окалиновых остатков.	0,5			6
Тема. Определение теоретического расхода топлива, состава и объема продуктов сгорания, энтальпии продуктов сгорания	0,5	2		6
Тема. Котельные установки с естественной тягой, с воздушно-газовым трактом под разрежением, с уравновешенной тягой, работающие под наддувом. Высоконапорные паровые котлы-парогенераторы. Самотяга. Аэродинамическое сопротивление газового тракта.	0,5			6
Тема. Циркуляционные контуры паровых котлов с ЕЦ. Гидродинамические процессы в барабане парового котла. Критерии надежности естественной циркуляции. Образование застоя циркуляции. Опрокидывание циркуляции. Условия надежной работы элементов парового котла	0,5			6

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 4 -Топки и горелочные устройства котельных установок (9 семестр)				
Тема. Классификация топок. Факельные топки. Топки котлов с твердым и жидким шлакоудалением. Топки газовых и мазутных котлов. Топки и топочные устройства для сжигания топлива в неподвижном и в кипящем слое. Топки сжигания твердого топлива в циркулирующем кипящем слое. Топки котлов с низкотемпературным вихревым сжиганием топлива. Циклонные и вихревые топки. Топки для сжигания водоугольного топлива. Высотемпературное сжигание топлива в МГД-генераторах.	1			5
Тема Классификация топок.	1	0,5		1
Горелки для сжигания органического топлива и их устройство.	1			1
Тема. Определение геометрических и оптических характеристик топочной камеры. Теплообмен излучением в топочной камере.		0,5		6
Раздел 5 - Конструкции, тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ				
Тема. Конструкции, тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ	1			3
Тема. Определение количества теплоты, переданной лучевоспринимающей поверхностью нагрева		0,5		3
Тема. Устройство основных элементов и поверхностей нагрева	0,5			2
Тема. Определение конструктивной поверхности нагрева пароперегревателя		0,5		3
Тема. Определение температуры газов на выходе из топки		0,5		5
Тема. Определение энтальпии продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя		0,5		
Тема. Назначение и конструкции каркасов котлов различных компоновочных схем. Общее устройство подвесных каркасов прямо-	0,5			1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
ТОЧНЫХ КОТЛОВ.				
Раздел 6. Котельное вспомогательное оборудование				
Тема. Оборудование топливоподачи. Оборудование пылесистем котлов. Мазутохозяйство. Газовое хозяйство.	0,5			3
Тема. Определение количества теплоты, воспринятой паром в пароперегревателе		0,5		5
Тема Воздуховоды котлов. Газоходы котлов.	0,5			1
Тема. Определение количества теплоты, воспринятой питательной водой в экономайзере		0,5		4
Раздел 7 - Котловые трубопроводы и арматура				
Тема. Определение конструктивной поверхности нагрева водяного экономайзера		0,5		2
Тема. Назначение и схемы трубопроводов котельных установок	0,5			2
Тема. Определение энтальпии питательной воды на выходе из экономайзера.		0,5		4
Тема Общее устройство показывающей арматуры: манометров, термометров, расходомеров. Классификация и устройство трубопроводной запорной, регулирующей и предохранительной арматуры. Назначение и устройство котловой гарнитуры.	0,5			4
Тема. Определение энтальпии продуктов сгорания на выходе из воздухоподогревателя		0,5		4
Раздел 8 Основы эксплуатации котельных установок				
Тема Назначение и принципы действия систем защиты и безопасности котельных установок.	0,5			4
Тема. Составление расчетной схемы водопарового тракта		0,5		4
Тема Освидетельствование котельных установок. Гидравлические испытания. Подготовка к пуску. Включение в работу. Регулирование рабочих	0,5			5

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
процессов и настройка параметров. Останов котельной установки.				
ИТОГО по дисциплине	16	12	6	34

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	80
Подготовка к занятиям семинарского типа	40
Подготовка и оформление: Контрольная работа	40
Курсовой проект	81
	241

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

Таблица 4 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Паровые котлы в энергетике, промышленности и транспорте	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Лабораторные работы:	<ul style="list-style-type: none"> -соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета; -правильность и аккуратность написания отчета; -способность делать обоснованные вы-воды на основе экспериментальных данных; -степень точности ответов на контрольные вопросы, -установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.

	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - понимание методики и умение ее правильно применить; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); - достаточность пояснений.
Экономичность паровых и водогрейных котлов	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Лабораторные работы:	<ul style="list-style-type: none"> -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.

	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - 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	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Лабораторные работы:	<ul style="list-style-type: none"> -соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета; -правильность и аккуратность написания отчета; -способность делать обоснованные вы-воды на основе экспериментальных данных; -степень точности ответов на контрольные вопросы, -установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.

	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - понимание методики и умение ее правильно применить; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); - достаточность пояснений.
Промежуточная аттестация	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Экзамен	<ul style="list-style-type: none"> - глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений.
Топки и горелочные устройства котельных установок	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
Конструкции, тепловые и компоновочные схемы КУ и ПГ	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально

			<p>значимых личностных качеств;</p> <ul style="list-style-type: none"> - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Курсовой проект	<ul style="list-style-type: none"> - 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).

Котловые трубопроводы и арматура	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
Основы эксплуатации котельных установок	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обос-

		нованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-1, ПК-2, ПК-7	Курсовой проект
		<ul style="list-style-type: none"> - 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).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 5).

Таблица 5 – Технологическая карта (8 семестр)

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	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>
2	Контрольная работа	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>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 множество неточностей.</p>
3	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>
4	Отчеты по лабораторным	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профес-

	Наименование оценочного средства работам	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>сиональных 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>
5	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:	-	-	180 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 –64 % от максимально возможной суммы баллов. До 115 оценка «неудовлетворитель-</p>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				но» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 –74 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 116-133 оценка «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 –84 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 134-151 оценка «хорошо» (средний уровень); 85 –100 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 152-180 оценка «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

Таблица 6 – Технологическая карта (9 семестр)

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	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.
2	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

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
			работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
ИТОГО:	-	100 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 –64 % от максимально возможной суммы баллов. До 64 оценка «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 –74 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 65-74 оценка «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 –84 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 74-84 оценка «хорошо» (средний уровень); 85 –100 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 85-100 оценка «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

8,9 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме</i> Курсовой проект	
По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания <ul style="list-style-type: none"> - 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; - 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; - 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; - 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. 	

Задания для текущего контроля по дисциплине 8 семестр

Задачи практических занятий

1. В топке котла сжигается 600 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 $2 \cdot 10^3$ кг/ч малосернистого мазута состава: $C_p = 84,65\%$; $H_p = 11,7\%$; $S_p = 0,3\%$; $O_p = 0,3\%$; $A_p = 0,05\%$; $W_p = 3,0\%$. Определить, на сколько был увеличен объем подаваемого в топку воздуха, если известно, что при полном сгорании топлива содержание RO_2 в дымовых газах снизилось с 15 до 12%. Ответ: $V_{в.} = 6666$ м³/ч.

3. Определить объем продуктов сгорания, получаемых при полном сгорании $2 \cdot 10^3$ кг/ч карагандинского угля марки А состава: $C_p = 54,7\%$; $H_p = 3,3\%$; $N_p = 0,8\%$; $S_p = 0,8\%$; $O_p = 4,8\%$; $A_p = 27,6\%$; $W_p = 8,0\%$, если известно, что дымовые газы содержат $RO_2 = 18\%$.
Ответ: $V_{г.} = 12560$ м³/ч.

Контрольная работа

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

2. Определить действительное количество воздуха для сгорания 1 м³ газа, если коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,1$, а теоретически необходимое количество воздуха $V_T = 9,51$ м³/м³.

3. Определить теоретически необходимое и действительное количество воздуха для сгорания антрацита следующего элементарного состава: $C_p = 76,4\%$, $H_p = 1,5\%$, $N_p = 0,8\%$, $O_p = 1,3\%$, $N_p = 1,7\%$, $A_p = 13,3\%$, $W_p = 5\%$. Коэффициент избытка воздуха в топочной камере принять равным $\alpha = 1,2$.

4. Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки 1 м³ природного газа следующего состава: $CO_2 = 0\%$; $CH_4 = 97,9\%$; $N_2 = 1,2\%$; $C_2H_6 = 0,5\%$; $C_3H_8 = 0,2\%$; $C_4H_{10} = 0,1\%$. Коэффициент избытка воздуха принять $\alpha = 1,12$. Температура газов на выходе из топки $t_r = 1000^\circ\text{C}$.

5. Определить теоретическое необходимое и действительное количество воздуха для сгорания керосина следующего элементарного состава: $C_p = 85\%$; $H_p = 14,9\%$; $N_p = 1\%$. 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, кипяtilьный 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 Энгле-ра»:

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?

Экзаменационные теоретические вопросы

1. Горение жидкого топлива .
2. Газообразные топлива применяемые паротурбинных электростанциях. Элементарный состав и свойства природного газа.
3. Горение газа.
4. Горение органических топлив. Стадии сгорания органического топлива.
5. Расчет горения твердого и жидкого топлива.
6. Понятие о скорости распространения, отрыве и проскоке пламени.
7. Коэффициент избытка воздуха. Влияние на работу котла.
8. Механизмы образования и методы снижения оксидов азота.
9. Понятия о водяном паре. Парообразование, кипение, испарение, влажность, насыщенный и перегретый пар. Степень сухости и влажности.
10. Парообразование на горизонтальных поверхностях, парообразование в вертикальных трубах.
11. Парообразование в горизонтальных трубах. Режимы течения воды и пара в горизонтальных трубах.

12. Кризисы парообразования в экранных трубах паровых котлов. Причины их образования и последствия.
13. Конструктивные характеристики труб поверхностей нагрева котлов. Сортамент котельных труб и понятие о условном диаметре.
14. Марки сталей и области их применения в паровых котлах.
15. Предельные температуры наружной поверхности обогреваемых труб.
16. Тепловая энергетика Хабаровского края. Состав ТЭЦ.
17. Принципиальные схемы ТЭЦ с газовым промежуточным перегревом пара в паровом котле.
18. Развитие конструкций паровых котлов. Схема развития газотрубных и водотрубных котлов.
19. Принципиальные схемы газотрубных и водотрубных паровых котлов
20. Технологические тракты котельной установки их назначение.
21. Основные технологические процессы в котельных установках и их взаимосвязь.
22. Основные технические параметры котлов.
23. Аэродинамика газоздушных трактов котельных установок. Понятие о самотяге. Основное уравнение аэродинамики.
24. КУ с естественной тягой. Схемы, области применения. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Достоинства и недостатки.
25. КУ с газоздушным трактом под разрежением. Области применения. . Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Достоинства и недостатки.
26. КУ с уравновешенной тягой. Области применения. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Достоинства и недостатки.
27. КУ, работающие под наддувом. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Области применения. Достоинства и недостатки.
28. КУ -парогенераторы, работающие под высоким давлением в топке. Распределение давлений воздуха и газов в тракте. Области применения. Достоинства и недостатки.
29. Газотрубные паровые котлы. Схемы и конструкции пролетных и оборотных котлов. Принципиальная схема работы.
30. Газотрубные паровые котлы. Схемы и конструкции горизонтальных жаротрубно-дымогарных оборотных паровых котлов. Принципиальная схема работы.
31. Газотрубные паровые котлы. Схемы и конструкции вертикальных жаротрубно-дымогарных паровых котлов. Принципиальная схема работы.

32. Основные достоинства и недостатки газотрубных котлов.

33. Схемы и конструкции газотрубно-водотрубных комбинированных паровых котлов. Принципиальная схема работы.

9 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 топлива, полезно используемую в котле в процентах, если известна температура подогрева мазута $t_T = 90$ оС, натуральный расход топлива $B = 0,527$ кг/с, давление перегретого пара $p_{п.п.} = 1,3$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п.} = 250$ оС, температура питательной воды $t_{п.в.} = 100$ оС, и величина непрерывной продувки $P = 4\%$. Ответ: $Q_r = 39044$ 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 $p_{п.п.} = 4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п.} = 450$ оС, температура питательной воды $t_{п.в.} = 140$ оС, 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, $p_{с.н.} = 0,5$ МПа. Ответ: $\eta_{брутто} = 90,6\%$; $\eta_{нетто} = 89\%$.

3. В топке котла паропроизводительностью $D = 64$ кг/с сжигается бурый уголь с низшей теплотой сгорания $Q_{рн} = 15300$ кДж/кг. Определить расход расчетного и условного топлива, если известны КПД котла (брутто) $\eta_{брутто} = 89,3\%$; давление перегретого пара $p_{п.п.} = 10$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п.} = 510$ оС, температура питательной воды $t_{п.в.} = 2150$ оС, 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.

Задание на курсовой проект: Произвести тепловой расчет котельного агрегата. Марку котла задает преподаватель. Структура и содержание курсового проекта представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Структура и содержание курсового проекта

№.	Наименование разделов	Содержание проекта
		3
1	2	
1	Конструктивные характеристики котельного агрегата	Конструкции топочной камеры, первой ступени перегревателя, выходной ступени вторичного перегревателя, регенеративного воздухоподогревателя, паропарового теплообменника
2	Построение I-t диаграммы	Элементарный состав и низшая теплота сгорания топлива. Определение объема и парциальных давлений продуктов сгорания. Определение теплосодержания (энтальпии) дымовых газов. Построение I-t диаграммы.

№.	Наименование разделов	Содержание проекта
1	2	3
3	Тепловой расчет топочной камеры	Предварительный тепловой баланс и определение расхода топлива. Расчет теплообмена в топке. Тепловосприятие испарительных поверхностей нагрева
4	Тепловой расчет потолочного пароперегревателя, ширмы и фестона	Среднее тепловое напряжение лучевоспринимающей поверхности ширм первой ступени. Количество лучистого тепла, воспринятого лучевоспринимающей поверхностью ширм. Температура пара на входе в ширмы и выходе ширм и фестона
5	Расчет поворотной камеры	Температура газов на входе и выходе пароперегревателя в поворотной камере. Средняя температура пара в выходной ступени Тепловосприятие пароперегревателя котла
6	Расчет вторичного перегревателя	Температура газов на входе во вторичный перегреватель и выходе из него. Температура пара на выходе из пароперегревателя Тепловосприятие вторичного пароперегревателя
	Расчет водяного экономайзера	Температура газов на входе и выходе в ступени воздухоподогревателя. Температура питательной воды Температура газов на входе и выходе пароперегревателя в поворотной камере. Средняя температура пара в выходной ступени выходе из ступеней экономайзера. Тепловосприятие экономайзера.
7	Расчет воздухоподогревателя	Температура воздуха на входе и выходе из воздухоподогревателя. Температура газов на входе и выходе из воздухоподогревателя. Тепловосприятие горячей части
8	Уточнение теплового баланса	Потеря тепла с уходящими газами. Суммарные тепловые потери и КПД. Расчетный расход топлива.

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. Определить элементы и поверхности нагрева котла и составить спецификацию.
 4. Выполнить определение геометрических размеров поверхностей нагрева:
 - 4.1 Рассчитать площади радиационных поверхностей нагрева (экраны, пароперегреватель);
 - 4.2 Определение площадей конвективных поверхностей нагрева (пароперегреватель, водяной экономайзер и воздухоподогреватель);
 - 4.3 Определение геометрических характеристик газоходов котла (топочная камера, поворотный газоход, конвективная шахта).
- Выполненные геометрические расчеты являются основанием для выполнения теплового расчета котла.

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-Вилькоккс.
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. Промышленные паровые котлы с высококипящим органическим теплоносителем. Схема котла. Виды теплоносителей. Назначение и область применения.
4. Поверхности нагрева парового котла их назначение. Место в тепловой схеме котла. Принципы компоновки.
5. Распределение доли тепла, на подогрев, испарение и перегрев в котлах при разных давлениях и температуре пара на выходе.
6. Схемы водопарового и газозоудушного трактов энергетических котлов.
7. Параметры теплоносителей в опорных точках газозоудушного и водопарового трактов котлов.
8. Барабаны паровых котлов. Назначение, определение. Типоразмерный ряд барабанов по диаметру. Материалы.
9. Конструкция корпуса барабана котла высокого давления .
10. Конструкция корпуса барабана котла ссо сложным контуром циркуляции.

11. Сепарационные устройства барабанов котлов.
12. Внутрибарабанные устройства. Циклоны, промывочные листы, дырчатые листы, жалюзийные сепараторы. Назначение, конструкции. место в барабане котла.
13. Паропромывочные устройства в барабане. Назначение, схемы работы.
14. Топочные экраны котла. Назначение и схемы фестонов.
15. Топочные экраны котла. Назначение и схемы аэродинамических порогов.
16. Конструкции экранов котлов с твердым шлакоудалением.
17. Конструкции экранов котлов с жидким шлакоудалением.
18. Определение полной площади поверхности стен топки.
19. Определение лучевоспринимающей поверхности нагрева. Степень экранирования топки.
20. Типы топочных экранов. Шаг труб. Конструкции экранов газоплотных котлов.
21. Конструкции экранов прямоточных котлов.
22. Конструкции и назначение двухсветных экранов.
23. Конструктивные узлы соединения экранных труб с коллекторами. Назначение коллекторов.
24. Назначение водоопускных труб. Конструктивные схемы. Соотношение живых сечений водоопускных и экранных труб.
25. Конструкции креплений экранных труб. Назначение. Схемы креплений.
26. Способы разводки экранных труб в местах установки горелок, лазов и гляделок.
27. Основные схемы греющей и нагреваемых сред в конвективных элементах котла. Схемы включения пароперегревателей.
28. Схемы омывания дымовыми газами пучков труб экономайзеров и пароперегревателей.
29. Пароперегреватели паровых котлов, назначение. Место пароперегревателя в конструктивной схеме котла.
30. Температурный режим работы пароперегревателя. Тепловая и гидравлическая развертка, способы ее снижения.
31. Схемы однопоточных и двухпоточных пароперегревателей. Принципы работы пароперегревателей.
32. Разбивка пароперегревателей на ступени, назначение. Компоновочные схемы пароперегревателей.

34. Конструктивные схемы пакетов змеевиков. Продольный поперечный шаг пакетов и змеевиков в пакетах.

35. Назначение радиационных пароперегревателей, конструктивные схемы.

36. Радиационно-конвективный пароперегреватель. Назначение, конструктивные схемы, шаг между пакетами и трубами змеевиков в пакетах.

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. 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>.

3. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 525 с.

4. Безгрешнов, Липов Ю.М., Шлейфер Б.М. Расчет паровых котлов в примерах и задачах.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 240 с.

5. 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: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т, 2004.- 115 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Ковалев А.П., Лелеев Н.С., Виленский Т.В. Парогенераторы.- М.: Энергоатомиздат, 1985.- 376 с.

2. Липов Ю.М., Самойлов Ю.Ф., Виленский Т.В. Компоновка и тепловой расчет паровых котлов.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 205 с.

3. Резников, М.И. Котельные установки электростанций : учебник / М.И. Резников, Липов Ю.М. – 3-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1987.- 288 с.

4. Энергетические топлива СССР, ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут, горючий природный газ: Справочник.-М.: Энергоатомиздат, 1991.- 184 с.

5. Котлер В.Р. Специальные топки энергетических котлов.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 102 с.

6. Дубровский И.Я., Анিকেев А.В., Лошкарев В.А. Конструкции котлов СКД.- М.: Издательство МЭИ, 2000.- 31 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины (при наличии)

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

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор ЕП 44 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор №ЕП 44 №001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.
3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU Договор ЕП 44 004/13 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 15 апреля 2019 г.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых 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 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

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 преподавателя, 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.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаже включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

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

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

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

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

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
131-2	Тепловые энергетические установки	Паровой котел, лабораторная установка по определению температуры вспышки и воспламенения топлива, вискозиметр Энглера

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.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

Учебно - иллюстративный материал по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы».

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.