



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)


ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ


«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ОП

Заведующий кафедрой
Теплоэнергетики и теплотехники
(название кафедры)


Дорогов Е.Ю.
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)


Штым К.А.
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

«07» сентября 2019 г.

«07» сентября 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Котельные установки и парогенераторы»
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Тепловые электрические станции»
Форма подготовки: очная

курс 3-4, семестр 5,6,7
лекции – 36/36/18 (час.)
практические занятия – 18/18/36 (час.)
лабораторные работы – 0/18/0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 8/8/4 /пр. 6/6/12 /лаб. - (час.)
всего часов аудиторной нагрузки 180 (час.)
самостоятельная работа – 18/81/27 (час.)
в том числе на подготовку к экзамену 0/27/27 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект 6,7 семестр
зачет – 5 семестр
экзамен – 6,7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного решением Ученого совета ДВФУ, протокол №06-15 от 04.06.2015, и утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теплоэнергетики и теплотехники, протокол № 1 от «07» сентября 2019 г.

Зав. кафедрой: д.т.н., профессор. Штым А. Н.
Составитель: ст. преподаватель Лесных А.В.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе учебной дисциплины
«Котельные установки и парогенераторы»

Рабочая программа учебной дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» разработана для студентов 3 и 4 курсов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профилю «Тепловые электрические станции» (Б1.В.07).

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» входит в блок обязательных дисциплин вариативной части профессионального цикла.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 часов), из них лекционные занятия – 90 часов, практические занятия – 72 часа, лабораторные работы – 18 часов, самостоятельная работа – 126 часов и контроль – 54 часа. Форма контроля – зачет (5 семестр), экзамены (6, 7 семестр). В 6 и 7 семестрах программой предусматривается выполнение курсового проекта. Реализуется дисциплина в 5-7 семестрах.

Целью освоения дисциплины является подготовка бакалавров, способных решать вопросы в области теплоэнергетики, связанными с типами и конструкциями паровых, водогрейных и паро-водогрейных котлов, установленных на действующих тепловых электрических станциях и промышленных предприятиях, об организации сжигания органических топлив в топках котлов. Изучение теплофизических и гидрогазодинамических процессов, протекающих в газо-воздушном и пароводяном трактах котельной установки и парогенератора, об условиях работы поверхностей нагрева.

Задачей изучения дисциплины является:

1. Приобретение навыков проектирования котлов и выбора вспомогательного оборудования.
2. Освоение методик тепловых, гидравлических и аэродинамических расчетов котлов.
3. Изучение зависимостей экономической и экологической эффективности работы котлов от различных факторов.
4. Обучение работе с лабораторным и исследовательским оборудованием, применяемом для изучения теплоэнергетических процессов.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

Общекультурные компетенции (ОК):

способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);

способность работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня (ОК-10);

способность проявлять инициативу и принимать ответственные решения, осознавая ответственность за результаты своей профессиональной деятельности (ОК-12);

способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности (ОК-15).

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

Профессиональные компетенции (ПК):

способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4);

способность обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины (ПК-7).

Вышеуказанные компетенции приобретаются при освоении следующих дисциплин бакалавриата: Введение в профессию – ОК-4, Экономика – ОК-10, Техническая термодинамика, Газодинамика, Теплообмен и т.д. – ОПК-2; Компьютерные технологии на теплоэлектростанции, Инновационные тренажеры – ПК-4.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, касающихся современного технологического комплекса тепловых электрических станций. Особое внимание уделяется тепловым электростанциям Приморского края.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-11-способностью к обеспечению грамотной эксплуатации,	Знает	Основное и вспомогательное оборудование котельных установок тепловых электрических станций, а также процессы, протекающие в них. Обладает знаниями по эксплуатации, пуску и

ремонт, обслуживанию технологического и теплоэнергетического оборудования		остановке котельного оборудования.
	Умеет	Оценивать состояние котельного оборудования, позитивное и негативное влияние различных режимных и внешних факторов. Принимать решения, обеспечивающие грамотную и безаварийную эксплуатацию котельных установок
	Владеет	Знаниями в области устройства и безопасной эксплуатации котельных установок. Методами расчета и определения оптимальных параметров котлов.
ПК-12-способностью управлять параметрами производства тепловой и электрической энергии, определять технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования	Знает	Конструкции, технологические процессы, протекающие в элементах котельной установки и факторов, влияющих на эффективность сжигания топлива, получения пара или горячей воды под давлением.
	Умеет	Выполнять тепловые, гидродинамические и аэродинамические расчеты котельных установок, пользуясь знаниями, полученного в ходе изучения курса. Производить выбор основного и вспомогательного оборудования, при различных технических условиях
	Владеет	Методиками сопоставления и оценки зависимости технико-экономических показателей эксплуатации котельного оборудования от качества топлива, режимов работы оборудования и иных факторов.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

Метод интерактивного обучения **"Групповое обсуждение"** при проведении следующих **лекционных занятий**:

5 семестр:

Раздел I. Истории и перспективы развития теплоэнергетики

Тема 1. Развитие энергетики (0,5час.).

Тема 2. Состояние и перспективы энергетики России (0,5час.)

Тема 3. Роль котла в тепловых схемах ТЭС и котельных (1 час.)

Раздел II. Общие сведения об энергетическом топливе

Тема 2. Состав и состояние топлива (0,5час.)

Тема 3. Удельная теплота сгорания топлива (0,5час.)

Тема 6. Газообразное топливо (1 час.).

6 семестр:

Раздел VIII. Пылеприготовление и пылеугольные топki.

Тема 2. Сушка топлива в процессе пылеприготовления (1час.).

Тема 3. Классификация систем пылеприготовления (2час.).

Тема 6. Классификация пылеугольных мельниц (1 час.).

7 семестр:

Раздел XVI. Аэродинамика газо-воздушного тракта.

Тема 1. Аэродинамический расчет котельных установок (4 час.)

Метод интерактивного обучения "**Мастер-класс**" при проведении следующих **практических занятий**:

5 семестр:

Занятие 1. Пересчет характеристик одной массы топлива в другую (4 час.).

6 семестр:

Занятие 8. Расчет теплообмена в топочной камере (4 час.)

7 семестр:

Занятие 11. Гидродинамический расчет котла с естественной циркуляцией (8 час.)

Метод интерактивного обучения "**Мастер-класс**" при проведении следующих **лабораторных занятий**:

6 семестр:

Лабораторная работа №5. Определение теплоты сгорания твердого топлива (2 час.).

Лабораторная работа №6. Определение теплоты сгорания жидкого топлива (2 час.).

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ 90 часов аудиторных занятий (36/36/18 (час.))

**Раздел I. Истории и перспективы развития теплоэнергетики (2 час.)
с использованием интерактивного метода «Групповое обсуждение»
(2 час.)**

Тема 1. Развитие энергетики (0,5 час.)

История развития энергетики. Описание современного состояния и последних достижений мировой энергетики.

Тема 2. Состояние и перспективы энергетики России (0,5 час.)

Анализ энергетики России. Топливный баланс в энергетике России. Перспективы дальнейшего развития энергетики. Особенности энергетики Дальнего Востока.

Тема 3. Роль котла в тепловых схемах ТЭС и котельных (1 час.)

Функции и назначение котлов. Схема парового котла.

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема историей освоения, производства и потребления в теплоэнергетике энергетических ресурсов. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы, и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

Тематика для группового обсуждения:

Тема 1. Предмет и содержание курса. Значение курса для подготовки бакалавра. Логическая схема дисциплины.

Тема 2. Основные тенденции в развитии энергетики в России и Мире.

Тема 3. Типы электрических станций.

Тема 4. Топливный баланс в энергетике России.

Тема 5. Перспективы дальнейшего развития энергетики.

Тема 6. Особенности энергетики Дальнего Востока.

Тема 7. Котельные установки ТЭС.

Тема 8. Котельные установки промышленных предприятий.

Раздел II. Общие сведения об энергетическом топливе (6час.) с использованием интерактивного метода «Групповое обсуждение» (2час.)

Тема 1. Основные определения, классификация топлива (0,25час.)

Понятие о топливе. Естественные и искусственные энергоносители.

Тема 2. Состав и состояние топлива (0,5час.)

Состав твердого и жидкого топлива. Рабочая, аналитическая, сухая, сухая беззольная массы топлива. Состав газообразного топлива

Тема 3. Удельная теплота сгорания топлива (0,5час.)

Высшая и низшая удельная теплота сгорания топлива. Калориметрический метод определения теплоты сгорания топлива. Расчетные методы определения теплоты сгорания топлива.

Тема 4. Характеристики и свойства твердого топлива (2,5час.)

Влага топлива. Минеральная часть и зольность топлива. Выход летучих веществ и спекаемость. Теплофизические характеристики твердого топлива. Гранулометрический состав и крупность топлива. Механические свойства. Классификация бурого угля. Классификация каменного угля. Классификация торфа.

Тема 5. Жидкое топливо (1 час.)

Основные виды жидкого топлива. Состав жидкого топлива. Теплофизические свойства жидкого топлива. Марки мазутов.

Тема 6. Газообразное топливо (1 час.)

Разновидности газообразного топлива. Теплофизические свойства газов.

Тема 7. Приведенные характеристики и условное топливо (0,25 час.)

Расчет приведенных характеристик топлива. Условное топливо. Тепловой эквивалент. Удельный расход условного топлива.

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема историей освоения, производства и потребления в теплоэнергетике энергетических ресурсов. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы, и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

Тематика для группового обсуждения:

Тема 1. Состав твердого и жидкого и газообразного топлива.

Тема 2. Состояния твердого топлива, используемые для теплотехнических расчетов.

Тема 3. Низшая и высшая теплота сгорания топлива.

Тема 4. Виды газообразного топлива.

Тема 5. Основные свойства газообразного топлива.

Раздел III. Котлы и схемы котельных установок (6 час.)

Тема 1. Классификация и маркировка котлов (2,5 час.)

Классификация котлов. Маркировка котлов. Основные виды компоновок котлов.

Тема 2. Технологические схемы котельных установок (2,25 час.)

Технологическая схема котельной установки на твердом топливе (слоевое сжигание). Технологическая схема котельной установки на твердом топливе (факельное сжигание). Технологическая схема котельной установки на жидком топливе. Технологическая схема котельной установки на газообразном топливе.

Раздел IV. Материальный баланс рабочих тел в котле (0,5 час.)

Тема 1. Материальный баланс процесса горения (0,25 час.)

Составление материального баланса для котлов, работающих на различном топливе

Тема 2. Материальный баланс нагреваемой среды (0,25 час.)

Материальный баланс нагреваемой среды в паровых и водогрейных котлах.

Раздел V. Тепловой и эксергетический баланс котла (6 час.)

Тема 1. Тепловой баланс (0,75 час.)

Общее уравнение теплового баланса. Теплота полезно затраченная в котле. Расход топлива и КПД котла.

Тема 2. Потери теплоты в котельном агрегате (5 час.)

Потеря теплоты с уходящими газами. Потеря теплоты от химической неполноты сгорания. Потеря теплоты от механической неполноты сгорания. Потеря теплоты от наружного охлаждения. Потеря теплоты с физического теплого шлака. Прочие потери теплоты, не входящие в тепловой баланс. Зависимость КПД от нагрузки котла

Тема 3. Эксергетический баланс котла (0,25 час.)

Эксергетический баланс. Величина потерь при эксергетическом балансе.

Раздел VI. Основы теории горения. Топочные процессы (6 час.)

Тема 1. Теория горения (3,5 час.)

Кинетика химических реакций. Порядок химических реакций. Энергия активации. Простые реакции горения. Сложные реакции горения. Смешанные реакции горения. Горение частицы углерода. Основы диффузионно-кинетической теории.

Тема 2. Топки для сжигания топлива. Классификация топочных процессов (2,5 час.)

Классификация топок. Принципиальные схемы организации сжигания твердого топлива. Показатели работы топочных устройств.

Раздел VII. Сжигание энергетического топлива (6 час.)

Тема 1. Сжигание газообразного топлива (1,5 час.)

Основы сжигания газообразного топлива. Топки и горелки для сжигания газообразного топлива. Сжигание газа с низкой теплотой сгорания. Сжигание газа с высокой теплотой сгорания. Сжигание газа совместно с другими видами топлива. Особенности расчета газовых горелок.

Тема 2. Сжигание жидкого топлива (1,5 час.)

Подготовка жидкого топлива к сжиганию. Форсунки для жидкого топлива. Схемы распыливания жидкого топлива. Комбинированные

газозапутные горелки. Топки для сжигания мазута и их эксплуатация. Газозапутные циклонно-вихревые предтопки.

Тема 3. Сжигание твердого топлива (1,5 час.)

Классификация слоевых топок. Характеристики горения слоя твердого топлива. Топки для сжигания твердого топлива в слое. Топки кипящего слоя. Основы расчета слоевых топок. Особенности сжигания угольной пыли. Горение угольной пыли. Классификация пылеугольных горелок.

Раздел VIII. Пылеприготовление и пылеугольные топки (6,5 час.) с использованием интерактивного метода «Групповое обсуждение» (4 час.)

Тема 1. Свойства угольной пыли (1 час.)

Физические свойства угольной пыли. Тонкость помола угольной пыли. Основные законы измельчения материалов. Определение оптимальной тонкости помола угольной пыли.

Тема 2. Сушка топлива в процессе пылеприготовления (1 час.)

Процесс сушки. Тепловой баланс сушильно-мельничной системы. Методы сушки и виды сушилок для угольной пыли.

Тема 3. Классификация систем пылеприготовления (2 час.)

Индивидуальные системы пылеприготовления без промбункера. Индивидуальные системы пылеприготовления с промбункером. Разомкнутая система пылеприготовления. Центральная система пылеприготовления.

Тема 5. Элементы пылеприготовительных установок (0,75 час.)

Питатели сырого угля. Сепараторы (пылеразделители). Пылеотделители. Мигалки. Питатели пыли. Пылеугольные бункеры.

Тема 6. Классификация пылеугольных мельниц (1 час.)

Шаровые барабанные мельницы. Быстроходные молотковые мельницы. Шахтные молотковые мельницы. Мельницы-вентиляторы. Среднеходные мельницы.

Тема 7. Пылеугольные топки (0,75 час.)

Топки с жидким шлакоудалением. Топки с твердым шлакоудалением. Циклонные и вихревые пылеугольные топки.

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема историей освоения, производства и потребления в теплоэнергетике энергетических ресурсов. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы, и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать

определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

Тематика для группового обсуждения:

Тема 1. Процесс сушки

Тема 2. Типы сушилок, применяемые для сушки угля

Тема 3. Выбор сушильного агента

Тема 4. Индивидуальные системы пылеприготовления без промбункера.

Тема 5. Индивидуальные системы пылеприготовления с промбункером.

Тема 6. Разомкнутая система пылеприготовления.

Тема 7. Центральная система пылеприготовления.

Тема 8. Шаровые барабанные мельницы.

Тема 9. Быстроходные молотковые мельницы.

Тема 10. Шахтные молотковые мельницы.

Тема 11. Мельницы-вентиляторы.

Тема 12. Среднеходные мельницы.

Раздел IX. Теплообмен в элементах котла (7 час.)

Тема 1. Теплообмен в топке (4 час.)

Общие положения о радиационном теплообмене. Расчет теплообмена в топке. Радиационные свойства продуктов сгорания. Температура газов на выходе из топки. Интенсификация лучистого теплообмена.

Тема 2. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева (3 час.)

Общие сведения о теплообмене в конвективных поверхностях. Тепловой расчет ширмовых поверхностей нагрева. Тепловой расчет конвективных пароперегревателей. Теплообмен в экономайзерах. Теплообмен в воздухоподогревателях. Интенсификация конвективного теплообмена.

Раздел X. Пароперегреватели. Испарительные поверхности нагрева (4 час.)

Тема 1. Испарительные поверхности нагрева (1 час.)

Виды экранных поверхностей нагрева. Работа экранных труб. Фестоны.

Тема 2. Пароперегревательные поверхности нагрева (3 час.)

Классификация пароперегревателей. Конструкция пароперегревателей. Работа пароперегревателей. Регулирование температуры перегретого пара.

Раздел XI. Водяные экономайзеры и воздухоподогреватели (5 час.)

Тема 1. Водяные экономайзеры (2,5 час.)

Классификация водяных экономайзеров. Чугунные экономайзеры. Стальные экономайзеры. Особые режимы работы экономайзеров.

Тема 2. Воздухоподогреватели (2,5 час.)

Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей. Рекуперативные воздухоподогреватели. Регенеративные воздухоподогреватели. Чугунные воздухоподогреватели

Раздел XII. Каркас и обмуровка котлов (2,5 час.)

Тема 1. Каркас котла (1 час.)

Каркас котла и его назначение. Требования к каркасу.

Тема 2. Обмуровка (1,5 час.)

Виды обмуровки. Требования к обмуровке котла. Конструкция обмуровки. Тепловой расчет обмуровки.

Раздел XIII. Металл и прочность элементов котла (2,5 час.)

Тема 1. Условия работы металла (0,5 час.)

Условия работы металла испарительных поверхностей и барабана. Условия работы металла пароперегревателей. Условия работы металла конвективных поверхностей нагрева.

Тема 2. Металл элементов котла (2 час.)

Металл для экранных поверхностей нагрева. Металл для изготовления барабанов. Металл для пароперегревателей. Прочие металлические элементы котла. Расчет на прочность элементов котла.

Раздел XIV. Абразивный износ, коррозия, загрязнение и очистка поверхностей нагрева (2 час.)

Тема 1. Абразивный износ (0,5 час.)

Причины абразивного износа. Влияние износа на надежность работы котла.

Тема 2. Коррозия металла элементов котла (1 час.)

Виды коррозии. Низкотемпературная коррозия элементов котла. Высокотемпературная коррозия элементов. Коррозия внутренних поверхностей нагрева.

Тема 3. Загрязнение поверхностей нагрева и борьба с ними (0,5 час.)

Загрязнение элементов поверхностей нагрева. Очистка наружных поверхностей нагрева от загрязнений.

Раздел XV. Защита окружающей среды от вредных выбросов при эксплуатации котлов (7 час.)

Тема 1. Воздействие ТЭС и котельных на окружающую среду (4 час.)

Виды загрязнения, воздействующие на окружающую среду от ТЭС и котельных. Классификация вредных выбросов. Образование оксидов азота при горении. Образование оксидов серы. Прочие вредные вещества в продуктах сгорания.

Тема 2. Снижение вредных выбросов (3 час.)

Золоулавливание. Типы золоуловителей. Снижение выбросов оксидов азота. Очистка дымовых газов от оксидов серы.

Раздел XVI. Аэродинамика газо-воздушного тракта (4 час.) с использованием интерактивного метода «Групповое обсуждение» (4 час.)

Тема 1. Аэродинамический расчет котельных установок (4 час.)

Системы газо-воздушного тракта. Аэродинамические сопротивления. Аэродинамика дымовой трубы. Выбор тягодутьевого оборудования.

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема историей освоения, производства и потребления в теплоэнергетике энергетических ресурсов. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы, и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

Тематика для группового обсуждения:

Тема 1. Системы котлов под наддувом.

Тема 2. Системы котлов с уравновешенной тягой.

Тема 3. Влияние параметров потока на аэродинамическое сопротивление.

Тема 4. Влияние конфигурации газового и воздушного трактов на аэродинамическое сопротивление.

Тема 5. Влияние дымовой трубы на самотягу.

Тема 6. Выбор дымососа.

Тема 7. Выбор вентилятора.

Раздел XVII. Золошлакоудаление (2 час.)

Тема 1. Свойства шлака и золы (0,5 час.)

Шлак и его свойства. Свойства золы.

Тема 2. Системы золошлакоудаления (1,5 час.)

Механическая система золошлакоудаления. Пневматическая система золошлакоудаления. Гидравлическая система золошлакоудаления.

Раздел XVIII. Гидродинамика котлов (8 час.)

Тема 1. Общие сведения о рабочих телах при гидродинамических расчетах (2 час.)

Режим, структура и характеристики рабочего тела в элементах котла. Характеристики двухфазного потока.

Тема 2. Естественная циркуляция (3 час.)

Условия надежной работы элементов котла. Характеристики систем испарения. Естественная циркуляция. Полный и полезные напоры циркуляции. Гидродинамические сопротивления. Влияние коллекторов на распределение пара и воды по трубам.

Тема 3. Гидродинамика котлов и их элементов (3 час.)

Гидродинамика прямоточных котлов. Гидродинамика котлов с многократной принудительной циркуляцией. Гидродинамика водогрейных котлов. Гидродинамика пароперегревателей.

Раздел XIX. Водный режим и методы получения чистого пара (6 час.)

Тема 1. Водный режим котлов (3 час.)

Образование накипи. Требования к питательной воде. Системы подготовки питательной воды. Водный режим и продувка котла.

Тема 2. Получение чистого пара (3 час.)

Качество пара и его назначение. Влияние различных факторов на качество пара. Сепарация пара и конструкции сепарирующих устройств. Промывка пара. Ступенчатое испарение.

Раздел XX. Статические и динамические характеристики котлов (2 час.)

Тема 1. Характеристики процессов в котлах (2 час.)

Статические характеристики котла. Нестационарные процессы в котлах. Динамические характеристики котла.

Раздел XXI. Вопросы эксплуатации котлов (2 час.)

Тема 1. Управление котлами (2 час.)

Организация управления котлами. Эксплуатация котлов. Показатели работы котельных установок.

**2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ
ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Практические занятия в 5-м, 6-м и 7-м семестре (18/18/36 (час.))

5-й семестр:

Занятие 1. Пересчет характеристик одной массы топлива в другую (4час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс» (4час.)

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Мастер-класс как локальная технология трансляции педагогического опыта демонстрирует конкретный методический прием или метод, методику преподавания, технологию обучения и воспитания. Он состоит из заданий, которые направляют деятельности участников для решения поставленной педагогической проблемы, но внутри каждого задания участники абсолютно свободны: им необходимо осуществить выбор пути исследования, выбор средств достижения цели, выбор темпа работы. Мастер-класс должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои представления знаниями других участников.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков.

Вступление Преподавателем перечисляются основные состояния твердого топлива их отличия, формулы для пересчета и области применения с использованием (или рабочего планшета, или учебной доски) или электронного аналога, объясняются особенности расчета и обозначения каждого из состояний топлива.

Основная часть Преподаватель последовательно выполняет пересчет в каждое из состояний твердого топлива на бумажном носителе (или рабочем планшете, учебной доске) и в электронном виде на компьютере, акцентируя внимание на этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняется аналогичные расчеты для заданных видов топлива. Преподаватель исполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся результатов проведенного занятия.

Выводы проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

Занятие 2. Пересчет удельной теплоты сгорания, при изменении балласта топлива (2час.)

Пересчет высшей теплоты сгорания при изменении влажности. Пересчет высшей теплоты сгорания при изменении зольности. Пересчет высшей теплоты сгорания при совместном изменении влажности и зольности. Пересчет высшей теплоты сгорания в низшую.

Занятие 3. Определение расчетных характеристик рабочих тел (2час.)
Определение характеристик воздуха. Определение характеристик продуктов сгорания. Определение свойств твердого топлива. Определение свойств газообразного топлива. Определение свойств жидкого топлива.

Занятие 4. Определение объемов воздуха и продуктов сгорания (4час.)
Определение теоретических объемов воздуха и продуктов сгорания. Определения коэффициентов избытка воздуха и присосов по газоходам котла. Расчет действительных объемов воздуха и продуктов сгорания.

Занятие 5. Определение энтальпий воздуха и продуктов сгорания (6час.)
Определение энтальпии воздуха. Определение энтальпии продуктов сгорания. Определение энтальпии золы. Определение действительных энтальпий по газоходам котла.

Занятие 6. Определение потерь теплоты в котле (6час.)
Определение потери тепла от химической неполноты сгорания. Определение потери теплоты от механической неполноты сгорания. Определение потери теплоты от наружного охлаждения. Определение потери теплоты с физическим теплом шлака. Определение теплоты с уходящими газами. Расчет коэффициента полезного действия котла.

Занятие 7. Определение мощности и расхода топлива на котел (2час.)
Определение действительной производительности котла. Определение расхода топлива.

6-й семестр:

Занятие 1. Расчет геометрических характеристик топочной камеры (2час.)

Определение площади стен топочной камеры. Определение площади ошипованных поверхностей.

Занятие 2. Расчет теплообмена в топочной камере (8час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс» (4час.).

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание,

проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Мастер-класс как локальная технология трансляции педагогического опыта демонстрирует конкретный методический прием или метод, методику преподавания, технологию обучения и воспитания. Он состоит из заданий, которые направляют деятельности участников для решения поставленной педагогической проблемы, но внутри каждого задания участники абсолютно свободны: им необходимо осуществить выбор пути исследования, выбор средств достижения цели, выбор темпа работы. Мастер-класс должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои представления знаниями других участников.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков.

Вступление Преподавателем представляются основные расчетные величины, их физическое значение при теплообмене излучением, демонстрируются формулы для расчета и источники параметров (с помощью рабочего планшета, или учебной доски) или электронного аналога, объясняются особенности расчета и последовательность расчета.

Основная часть Преподаватель последовательно выполняет расчет теплообмена в топочной камере в электронном виде на компьютере, акцентируя внимание на этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняются аналогичные расчеты для заданных топлив и котлов. Преподаватель исполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся результатов проведенного занятия.

Выводы проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

Занятие 3. Расчет теплообмена в ширмовых и конвективных пароперегревателях (бчас.)

Определение конструктивных характеристик ширмовых пароперегревателей. Определение конструктивных характеристик конвективных пароперегревателей. Тепловой расчет выходного окна. Тепловой расчет ширмового пароперегревателя. Тепловой расчет конвективного пароперегревателя.

Занятие 4. Расчет теплообмена в экономайзерах и воздухоподогревателях (6час.)

Определение конструктивных характеристик экономайзера. Определение конструктивных характеристик воздухоподогревателя. Тепловой расчет экономайзера. Тепловой расчет воздухоподогревателя.

7-й семестр:

Занятие 1. Гидродинамический расчет котла с естественной циркуляцией (14час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс» (8час.).

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Мастер-класс как локальная технология трансляции педагогического опыта демонстрирует конкретный методический прием или метод, методику преподавания, технологию обучения и воспитания. Он состоит из заданий, которые направляют деятельности участников для решения поставленной педагогической проблемы, но внутри каждого задания участники абсолютно свободны: им необходимо осуществить выбор пути исследования, выбор средств достижения цели, выбор темпа работы. Мастер-класс должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои представления знаниями других участников.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков.

Вступление Преподавателем показываются основные этапы расчета гидродинамики в котле с естественной циркуляцией, построение схемы циркуляционного контура с использованием рабочего планшета, учебной доски) или электронного аналога, объясняются основные моменты расчета.

Основная часть Преподаватель последовательно выполняет построение циркуляционного контура с помощью рабочего планшета, или учебной доски или в электронном виде на компьютере, разбивает контур на участки, и последовательно выполняет расчет акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняется аналогичное задание.

Преподаватель исполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

Выводы проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

Занятие 2. Аэродинамический расчет котельных установок(14час.)

Составление схемы тракта для аэродинамического расчета. Конструктивный расчет газоходов. Расчет сопротивления газового тракта, в различных элементах котельной установки. Расчет сопротивления дымовой трубы. Выбор типоразмера дымовой трубы. Расчет сопротивления воздушного тракта в различных элементах. Выбор дымососа и вентилятора.

Лабораторные работы в 6-м семестре (0/18/0 (час.))

Лабораторная работа №1. Определение содержание влаги в различных видах твердого топлива (2час.)

Лабораторная работа №2. Определение выхода летучих веществ (2час.)

Лабораторная работа №3. Определение зольности твердого топлива (4час.)

Лабораторная работа №4. Определение теплоты сгорания твердого топлива (4час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс» (4час.).

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Мастер-класс как локальная технология трансляции педагогического опыта демонстрирует конкретный методический прием или метод, методику преподавания, технологию обучения и воспитания. Он состоит из заданий, которые направляют деятельности участников для решения поставленной педагогической проблемы, но внутри каждого задания участники абсолютно свободны: им необходимо осуществить выбор пути исследования, выбор средств достижения цели, выбор темпа работы. Мастер-класс должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои представления знаниями других участников.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков.

Вступление Преподавателем демонстрируются основные лабораторные приборы и оборудование, участвующие в лабораторной работе. Рассказывает об их принципе действия и измеряемым величинам.

Основная часть Преподаватель последовательно выполняет настройку приборов и измерение величин и проводит необходимые расчеты. После этого студентами индивидуально выполняются аналогичные действия. Преподаватель исполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение полученных моделей по результатам проведенного занятия.

Выводы проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

Лабораторная работа № 5. Определение теплоты сгорания жидкого топлива (4час.)

Лабораторная работа № 6. Определение условной вязкости и плотности жидкого топлива (2час.)

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

4. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Котельные установки и парогенераторы»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Истории и перспективы развития теплоэнергетики	ПК-11	Знает	УО-2.1	1,2
			Умеет	УО-2.2	3
			Владеет	УО-2.3	4
2	Раздел II. Общие сведения об энергетическом топливе	ПК-11	Знает	УО-1.1	5
			Умеет	УО-1.3- УО-1.5	7-9
			Владеет		
		ПК-11	Знает	УО-1.2	6
			Умеет	УО-1.5	10
			Владеет		
3	Раздел III. Котлы и схемы котельных установок	ПК-11	Знает	УО-1.7	32,34
			Умеет	УО-1.8	
			Владеет		
		ПК-12	Знает	УО-1.6	31
			Умеет	УО-1.9	33-35
			Владеет		
4	Раздел IV. Материальный баланс процесса горения	ПК-11	Знает	УО-1.10- УО-1.11	42,43
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-12	Знает	УО-1.12	44
			Умеет	УО-1.13	45
			Владеет		
5	Раздел V. Тепловой и эксергетический баланс котла	ПК-11	Знает	УО-1.14	46,47
			Умеет		
			Владеет	УО-1.15	48
		ПК-12	Знает	УО-1.14	
			Умеет	УО-2.7, УО-2.8	51-53
			Владеет	УО-2.6	49
6	Раздел VII. Сжигание энергетического топлива	ПК-11	Знает		
			Умеет	УО-2.9	67-74
			Владеет	УО-2.10	80,82,86

		ПК-12	Знает	УО-2.12	75-79,81
			Умеет	УО-2.11	83-85
				Владеет	
7	Раздел VIII. Пылеприготовление и пылеугольные топки	ПК-11	Знает	УО-1.17	87, 109,110
			Умеет	УО-1.19	88,93
				Владеет	
		ПК-11	Знает	УО-1.20	89, 91-92
			Умеет	УО-1.21	94,97,107
			Владеет	УО-1.22	96,105,108
		ПК-12	Знает	УО.1.24	95-103
			Умеет	УО-1.23	99-102, 106
				Владеет	
8	Раздел IX. Теплообмен в элементах котла	ПК-11	Знает	УО-1.25	118, 125
			Умеет		
			Владеет	УО-1.26	119-124
		ПК-11	Знает	УО-1.30	126,127
			Умеет	УО-1.27	133,135,136
				Владеет	
		ПК-12	Знает	УО-1.28	128,138
			Умеет	УО-1.31- УО-1.33	129-132, 137
				Владеет	
9	Раздел XIV. Абразивный износ, коррозия, загрязнение и очистка поверхностей нагрева	ПК-12	Знает	УО-2.13	153
			Умеет	УО-2.15	155
			Владеет	УО-2.18	154,156
		ПК-11	Знает	УО-2.14	148-150
			Умеет	УО-2.16	151,152
				Владеет	
		ПК-12	Знает	УО-2.19	157,159
			Умеет	УО-2.17	158
				Владеет	
10.	Раздел XV. Защита окружающей среды от вредных выбросов при эксплуатации котлов	ПК-11	Знает	УО-2.20	160,170
			Умеет	УО-2.23	171
			Владеет	УО-2.28	164
		ПК-11	Знает	УО-2.21	163,168
			Умеет	УО-2.24	165,169
			Владеет	УО-2.22	161,167
		ПК-12	Знает	УО-2.27	162
			Умеет	УО-2.25	173
			Владеет	УО-2.26	172

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта

деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Липов Ю.М. и др. , Самойлов Ю.Ф., Виленский Т.В. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Учебное пособие для вузов / Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов , Т.В Виленский. – М.: , 2012. – 208 с.: ил.

2. Лобунцов, Д.А. Механика двухфазных систем: учеб. пособие для вузов / Д.А. Лобунцов, В.В. Ягов. / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издат. Дом МЭИ, 2007.

3. Теплогенерирующие установки. Часть 1: учебное пособие / А. В. Губарев, Ю. В. Васильченко; Под общ. ред. Ю. В. Васильченко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 162 с.: ил.

4. Аэродинамический расчет котельных установок. Учебное пособие. Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина, 2006.

5. Выбор и расчет углеразмольных и горелочных устройств. Учебное пособие. Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина, 2006.

6. Расчёт естественной циркуляции в контурах барабанных котлов. Учебное пособие. Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина, 2006.

7. Тепловой расчёт парового котла. Учебное пособие. Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина, 2005.

8. Котельные установки и парогенераторы. Учебное пособие. Е.А. Бойко, 2005.

9. Данилов О.Л., Гаряев А.Б., Яковлев И.В. и др. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: Учебное пособие для вузов – М. Издательский дом МЭИ, 2010. – 424 с. <http://www.nelbook.ru/?book=60>.

10. Тупов В.Б., Факторы физического воздействия ТЭС на окружающую среду: Учебное пособие – М. Издательский дом МЭИ, 2012. – 284 с. <http://www.nelbook.ru/?book=182>.

11. Тарасюк В.М., Эксплуатация котлов: Практическое пособие для оператора котельной – М. ЭНАС, 2012. – 272 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38560.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Двойнишников, В.А. Конструкция и расчет котлов и котельных установок / В.А. Двойнишников, Л.В. Деев, М.А. Изюмов. – М.: Машиностроение, 1988.
2. Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Резников, М.И. Паровые котлы тепловых электростанций / М.И. Резников, Ю.М. Липов. – М.: Энергоиздат, 1981.
4. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / А.П. Воинов и др. – М.: Энергоатом- издат, 1989.
5. Шагалова, С.Л. Сжигание твердого топлива в топках парогенераторов / С.Л. Шагалова, И.Н. Шницер. – Л.: Энергия, 1976.
6. Беляев, А.А. Ремонт котлов высокого давления / А.А. Беляев. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Теплотехнические испытания котельных установок / В.И. Трёмбовля и др. – М.: Энергоатомиз- дат, 1991.
8. Тепловой расчет котельных установок: нормативный метод. – Спб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998.
9. Аэродинамический расчет котельных установок: нормативный метод. – М.: Энергия, 1977.
10. Гидравлический расчет котельных агрегатов: нормативный метод. – Л.: 1978.
11. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды. РД 10 – 249 – 98. – Спб.: Изд-во ДЕАН, 2002.
12. Конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов. Справочное пособие. Е.А. Бойко, А.А. Шпиков, 2003.
13. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – Учебник для вузов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001, 472 с.: ил.
14. Тепловой расчёт парового котла. Учебное пособие. Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина, 2005.
15. Котельные установки и парогенераторы. Е.А. Бойко, Т.И. Охорзина, 2003.
16. Котельные установки и парогенераторы. Методические указания к выполнению курсового проекта. Е.А. Блинов, 2004.
17. Котельные установки и парогенераторы. Методические указания к курсовому проектированию. В.М.Тихонов, 2001
18. Котельные установки и парогенераторы. Учебное пособие. Е.А. Бойко, 2005.

19. Теплогенераторы котельных. В.М. Фокин, 2005.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Издательский дом МЭИ <http://idmei.ru/>.
2. Электронная библиотека для инженеров - теплотехников и теплоэнергетиков <http://03-ts.ru/index.php?nma=downloads&fla=tema&ids=49>.
3. Физика, химия, математика, студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина http://www.ph4s.ru/book_teplotehnika.html.
4. Каталог научно-технической литературы <http://techlibrary.ru/>.
5. Расчетный сервер НИУ МЭИ. Интерактивный интернет-справочник МЭИ http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html.

г) нормативно-правовые материалы:

1. "Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (введено письмом Ростехнадзора от 24.12.2004 N 14-01-333)

http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=146580;dst=0;rnd=180312.5196075688581914;NOQUERYLOG=1;SRDSMODE=QSP_GENERAL;SEARCHPLUS=%EF%F0%EE%E5%EA%F2%E8%F0%EE%E2%E0%ED%E8%E5%20%EA%EE%F2%E5%EB%FC%ED%FB%F5;EXCL=PBUN%2CQSBO%2CKRBO%2CPKBO;SRD=true;ts=19947630081803126993499959353358.

2. "СП 89.13330.2012. Свод правил. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76" (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 N 281) из информационного банка "Строительство"

http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=16271;dst=0;rnd=180312.8512318897992373;NOQUERYLOG=1;SRDSMODE=QSP_GENERAL;SEARCHPLUS=%EF%F0%EE%E5%EA%F2%E8%F0%EE%E2%E0%ED%E8%E5%20%EA%EE%F2%E5%EB%FC%ED%FB%F5;EXCL=PBUN%2CQSBO%2CKRBO%2CPKBO;SRD=true;ts=1994763008180312684015036560595.

д) перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения индивидуальных заданий, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное	Перечень программного обеспечения
---	-----------------------------------

обеспечение, количество рабочих мест	
Компьютерный класс кафедры Теплоэнергетики и теплотехники, Ауд. Е-559 а, Ауд. Е-559 г, 24	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD 2017 - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – WaterSteamPro – свойства воды и водяного пара; – WinDjView 2 – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате DJVU; – КОМПАС-3D V16 x64 трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – ПК «Консультант Плюс» - офисный пакет нормативных документов; – ПК «ИС Техэксперт 6.0» - офисный пакет нормативных технических документов; – «BoilerDesigner 9.8.2.0» - пакет прикладных программ для решения задач теплоэнергетики.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное усвоение курса предполагает активное, творческое участие студента на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. *Общие рекомендации:* изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы и разработок, указанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию курса. *Работа с конспектом лекций.* Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Важно проводить дополнительную работу с текстом конспекта: внимательно прочитать его; дополнить записи материалами из других источников, рекомендованных преподавателем; выделить все незнакомые понятия и термины и в дальнейшем поместить их в словарь. Наличие словаря

определяет степень готовности студента к экзамену и работает как допуск к заключительному этапу аттестации. Необходимо систематически готовиться к практическим занятиям, изучать рекомендованные к прочтению статьи и другие материалы. Методический материал, обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы студентов на основе систематизированной информации по темам занятий курса. Практика – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы практика – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике практики и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Практика предназначается для углубленного изучения той или иной дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. Можно отметить, однако, что при изучении дисциплины в вузе практика является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса. Ведущей дидактической целью практических занятий является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умений работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы ведения занятия является совместная работа преподавателя и студентов над решением практических задач, а сам поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности. Оценка производится через механизм совместного обсуждения, сопоставления предложенных вариантов ответов с теоретическими и эмпирическими научными знаниями, относящимися к данной предметной области. Это ведет к возрастанию возможностей осуществления самооценки собственных знаний, умений и навыков, выявлению студентами «белых пятен» в системе своих знаний, повышению познавательной активности.

Университет обеспечивает учебно-методическую и материально-техническую базу для организации самостоятельной работы студентов.

Библиотека университета обеспечивает:

- учебный процесс необходимой литературой и информацией (комплектует библиотечный фонд учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной

литературой в соответствии с учебными планами и программами, в том числе на электронных носителях);

- доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

Кафедра:

- обеспечивает доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- разрабатывает: учебно-методические комплексы, программы, пособия, материалы по учебным дисциплинам в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами;
- методические рекомендации, пособия по организации самостоятельной работы студентов;
- задания для самостоятельной работы;
- темы рефератов и докладов;
- вопросы к экзаменам и зачетам.

Изучение каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Первоначально следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по практике, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Лаборатория водоподготовки, ауд. Е559 в	Калориметр С6000 global standard версия 1/10, Автоматический цифровой измеритель плотности/удельного веса DA-640 , Kyoto Electronics, Весы лабораторные CAS модель CUW-6200 HV, Газоанализатор «Полар», Микрометр гладкий цифровой ЗУБР ЭКСПЕРТ 34482-75, Термометр контактный ТК-5. 09 без зондов, Установка для очистки воды, Гидродинамическая установка "Зевс", Установка УФ-обеззараживания "aguapro"SS316 60PM, Струйный деаэратор СВД-4.Ду50, Установка "Гидрофлоу" С-45, Умягчительная установка, Электродиализный модуль серия МХ,
Компьютерный класс, Ауд. Е 559 г	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Компьютерный класс, Ауд. Е 559 а	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
Мультимедийная аудитория Е-933, Е-934, Е-433	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision;

	подсистема видеокommутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)
--	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»
Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Тепловые электрические станции»
Форма подготовки: очная

Владивосток
2019

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине
«Котельные установки и парогенераторы»**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	5 семестр	Изучение основной, дополнительной литературы и нормативных документов, по теме «Энергетическое топливо»	6	УО-1.1-5
2	5 семестр	Изучение основной, дополнительной литературы и нормативных документов, по теме «Конструкции котельных агрегатов»	4	УО-1.6-9
3	5 семестр	Изучение основной, дополнительной литературы и нормативных документов, по теме «Тепловой баланс котла», «Сжигание топлива»	8	УО-2.1-12
4	6 семестр	Курсовой проект	81	ПР-1
5	6 семестр	Подготовка к экзамену	27	Экзамен Вопросы 1-138
6	7 семестр	Курсовой проект	27	ПР-1
7	7 семестр	Подготовка к экзамену	27	Экзамен Вопросы 139-205

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.

Задание №1-3 (п.1-3). Изучение учебников, методических пособий и нормативной литературы, приведенных в списке основной и вспомогательной литературы [на тему "Энергетическое топливо ", Конструкции котельных агрегатов ", " Тепловой баланс котла», «Сжигание топлива "].

Студенты самостоятельно изучают электронное учебное пособие по заданным тематикам. В ходе организации самостоятельного изучения учебного пособия студентами решаются следующие задачи:

- углублять и расширять профессиональные знания студентов;
- сформировать интерес к учебно-познавательной деятельности;
- научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- развивать познавательные способности будущих специалистов.

Задание №4,6 (п. 4,6). Курсовой проект. Студентами самостоятельно выполняется поверочный тепловой расчет парового котла заданной мощности с заданной влажностью топлива и температурой уходящих газов. Производятся пересчет топлива на заданную влажность. Определяются коэффициенты избытка воздуха и присосы, в мельничной системе, и газоходах котла. Производится расчет энтальпий воздуха и продуктов сгорания по газоходам котла. Выполняется расчет теплового баланса котла. Производятся конструктивные расчеты топки и поверхностей нагрева, для чего составляются их эскизы (формат А4), так же эскизно изображаются схемы пароперегревателя и пароводяного тракта (формат А4). Производится выбор и расчет сушильно-мельничной системы, принципиальная схема которой так же эскизно изображается. Далее производятся тепловые расчеты топки и конвективных поверхностей нагрева. Рассчитывается невязка теплового баланса. Выполняется основная графическая часть- продольный разрез котлоагрегата (формат А1).

Задание №5,7. Подготовка к экзамену. Студенты самостоятельно готовятся к зачету и экзамену по приведенным вопросам (приложение 2 ФОС).

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Задания №1-3. Задания готовятся устно и представляются в виде ответов при проведении собеседования. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля УО-1 и УО-2 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание №4,6. Выполняется в виде пояснительной записки с графическим материалом: принципиальная схема и компоновка котла (формат А4), эскизы топки и поверхностей нагрева (формат А4), схема пароперегревателя (формат А4), схема пароводяного тракта (формат А4), принципиальная схема системы пылеприготовления (формат А4) и чертеж продольного разреза котлоагрегата (формат А1). Оформление производится

согласно "ПРОЦЕДУРА Требования к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ", г. Владивосток, 2011 год. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля ПР-1 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание №5,7. Выполняется письменно в виде ответов на вопросы при проведении зачетов или экзамена, форма оформления свободная. Для контроля используются оценочные средства промежуточной аттестации в виде вопросов приведенных в ФОС (приложение 2).

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы **Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании**

✓ 100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно) – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценки при ответе (письменный и устный ответ) на зачетные и экзаменационные вопросы

✓ 100-86 баллов (отлично) - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов (хорошо) - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно) – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»
Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Тепловые электрические станции»
Форма подготовки: очная

Владивосток
2019

Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине Котельные установки и парогенераторы
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-11-способностью к обеспечению грамотной эксплуатации, ремонту, обслуживанию технологического и теплоэнергетического оборудования	Знает	Основное и вспомогательное оборудование котельных установок тепловых электрических станций, а также процессы, протекающие в них. Обладает знаниями по эксплуатации, пуску и остановке котельного оборудования.
	Умеет	Оценивать состояние котельного оборудования, позитивное и негативное влияние различных режимных и внешних факторов. Принимать решения, обеспечивающие грамотную и безаварийную эксплуатацию котельных установок
	Владеет	Знаниями в области устройства и безопасной эксплуатации котельных установок. Методами расчета и определения оптимальных параметров котлов.
ПК-12-способностью управлять параметрами производства тепловой и электрической энергии, определять технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования	Знает	Конструкции, технологические процессы, протекающие в элементах котельной установки и факторов, влияющих на эффективность сжигания топлива, получения пара или горячей воды под давлением.
	Умеет	Выполнять тепловые, гидродинамические и аэродинамические расчеты котельных установок, пользуясь знаниями, полученного в ходе изучения курса. Производить выбор основного и вспомогательного оборудования, при различных технических условиях
	Владеет	Методиками сопоставления и оценки зависимости технико-экономических показателей эксплуатации котельного оборудования от качества топлива, режимов работы оборудования и иных факторов.

Контроль достижения целей дисциплины

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Истории и перспективы развития теплоэнергетики	ПК-11	Знает	УО-2.1	1,2
			Умеет	УО-2.2	3
			Владеет	УО-2.3	4
2	Раздел II. Общие	ПК-11	Знает	УО-1.1	5

	сведения об энергетическом топливе		Умеет	УО-1.3- УО-1.5	7-9
			Владеет		
		ПК-11	Знает	УО-1.2	6
			Умеет	УО-1.5	10
3	Раздел III. Котлы и схемы котельных установок	ПК-11	Знает	УО-1.7	32,34
			Умеет	УО-1.8	
			Владеет		
		ПК-12	Знает	УО-1.6	31
			Умеет	УО-1.9	33-35
			Владеет		
4	Раздел IV. Материальный баланс процесса горения	ПК-11	Знает	УО-1.10- УО-1.11	42,43
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-12	Знает	УО-1.12	44
			Умеет	УО-1.13	45
			Владеет		
5	Раздел V. Тепловой и эксергетический баланс котла	ПК-11	Знает	УО-1.14	46,47
			Умеет		
			Владеет	УО-1.15	48
		ПК-12	Знает	УО-1.14	
			Умеет	УО-2.7, УО-2.8	51-53
			Владеет	УО-2.6	49
6	Раздел VII. Сжигание энергетического топлива	ПК-11	Знает		
			Умеет	УО-2.9	67-74
			Владеет	УО-2.10	80,82,86
		ПК-12	Знает	УО-2.12	75-79,81
			Умеет	УО-2.11	83-85
			Владеет		
7	Раздел VIII. Пылеприготовление и пылеугольные топki	ПК-11	Знает	УО-1.17	87, 109,110
			Умеет	УО-1.19	88,93
			Владеет		
		ПК-11	Знает	УО-1.20	89, 91-92
			Умеет	УО-1.21	94,97,107
			Владеет	УО-1.22	96,105,108
		ПК-12	Знает	УО.1.24	95-103
			Умеет	УО-1.23	99-102, 106
			Владеет		
8	Раздел IX. Теплообмен	ПК-11	Знает	УО-1.25	118, 125

	в элементах котла	ПК-11	Умеет				
			Владеет	УО-1.26	119-124		
			Знает	УО-1.30	126,127		
			Умеет	УО-1.27	133,135,136		
		ПК-12	Владеет				
			Знает	УО-1.28	128,138		
			Умеет	УО-1.31- УО-1.33	129-132, 137		
		9	Раздел XIV. Абразивный износ, коррозия, загрязнение и очистка поверхностей нагрева	ПК-12	Знает	УО-2.13	153
					Умеет	УО-2.15	155
					Владеет	УО-2.18	154,156
ПК-11	Знает			УО-2.14	148-150		
	Умеет			УО-2.16	151,152		
	Владеет						
ПК-12	Знает			УО-2.19	157,159		
	Умеет			УО-2.17	158		
	Владеет						
10.	Раздел XV. Защита окружающей среды от вредных выбросов при эксплуатации котлов	ПК-11	Знает	УО-2.20	160,170		
			Умеет	УО-2.23	171		
			Владеет	УО-2.28	164		
		ПК-11	Знает	УО-2.21	163,168		
			Умеет	УО-2.24	165,169		
			Владеет	УО-2.22	161,167		
		ПК-12	Знает	УО-2.27	162		
			Умеет	УО-2.25	173		
			Владеет	УО-2.26	172		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	Показатели
ПК-11 способностью к обеспечению грамотной эксплуатации, ремонту, обслуживанию технологического и теплоэнергетического оборудования	знает (пороговый уровень)	Основные технико-экономические характеристики основного и вспомогательного оборудования котельных установок	Знание основных технико-экономических характеристик основного и вспомогательного оборудования котельных установок	Может дать определения основных технико-экономических характеристик основного и вспомогательного оборудования котельных установок
	умеет (продвинутый)	Применять в расчетах технико-экономические характеристики основного и вспомогательного оборудования котельных	Умение применять в расчетах технико-экономические характеристики основного и вспомогательного оборудования	Умеет решать задачи с применением основных технико-экономических характеристик основного и вспомогательного оборудования

		установок	котельных установок	котельных установок
	Владеет (высокий)	Приемами организации грамотной эксплуатации, ремонта и обслуживания технологического и теплоэнергетического оборудования котельных установок	Владение приемами организации грамотной эксплуатации, ремонта и обслуживания технологического и теплоэнергетического оборудования котельных установок	Владеет приемами организации грамотной эксплуатации, ремонта и обслуживания технологического и теплоэнергетического оборудования котельных установок
ПК-12 способностью управлять параметрами производства тепловой и электрической энергии, определять технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования	знает (пороговый уровень)	Основные принципы управления параметрами котельных установок, методики расчета технико-экономических показателей работы основного и вспомогательного оборудования котельных установок	Знает основные принципы управления параметрами котельных установок, методики расчета технико-экономических показателей работы основного и вспомогательного оборудования котельных установок	Способен дать определения принципы управления параметрами котельных установок,, может рассказать основные положения методики расчета технико-экономических показателей работы основного и вспомогательного оборудования котельных установок
	умеет (продвинутый)	Использовать принципы управления параметрами производства котельных установок,, применять методики расчета технико-экономических показателей работы основного и вспомогательного оборудования котельных установок	Умение использовать основные принципы управления параметрами котельных установок,, применять методики расчета технико-экономических показателей работы основного и вспомогательного оборудования котельных установок	Умеет обосновать использование принципов управления параметрами котельных установок,, применять методики расчета технико-экономических показателей работы основного и вспомогательного оборудования котельных установок
	Владеет (высокий)	Принципами управления параметрами котельных установок методиками расчета технико-экономические показатели работы котельных установок	Владение методами управления параметрами котельных установок,, методиками расчета технико-экономические показатели работы котельных установок	Владеет приемами управления параметрами котельных установок,, методиками расчета технико-экономические показатели работы котельных установок,

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» проводится в форме контрольных мероприятий (контрольные работы, собеседования, решенные задачи) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» проводится в форме контрольных мероприятий (5 семестр - зачет, 6 и 7 семестр - экзамен) в письменной форме в виде ответов на вопросы приведенные в разделе зачетно-экзаменационные материалы ФОС.

Оценочные средства для промежуточной аттестации Вопросы к зачету (5 семестр).

1. Современное состояние мировой энергетики
2. Энергетика России, история и перспективы
3. Особенности энергетики Дальнего Востока
4. Общая схема парового котла
5. Энергетическое топливо
6. Классификация энергоносителей для ТЭС

7. Состав твердого и жидкого топлив
8. Состав газообразного топлива
9. Пересчет состояния из одной массы на другую
10. Высшая и низшая удельная теплота сгорания топлива
11. Виды твердого топлива
12. Влажность твердого топлива
13. Минеральная часть твердого топлива
14. Выход летучих и спекаемость
15. Теплофизические характеристики твердого топлива
16. Гранулометрический состав и крупность топлива
17. Механические свойства твердого топлива
18. Классификация бурого угля
19. Классификация каменного угля
20. Классификация торфа
21. Основные виды жидкого топлива
22. Теплофизические свойства жидкого топлива
23. Температуры вспышки и воспламенения
24. Реологические свойства мазутов
25. Марки мазутов
26. Разновидности газообразного топлива
27. Теплофизические свойства газов
28. Токсичность газообразного топлива
29. Расчет приведенных характеристик топлива
30. Условное топливо
31. Тепловой эквивалент. Расход условного топлива.

Вопросы к экзамену (6 семестр).

1. Классификация котлов по виду теплоносителя
2. Классификация паровых котлов по мощности
3. Классификация паровых котлов по параметрам пара
4. Маркировка паровых котлов
5. Виды компоновок котлов
6. Маркировка водогрейных котлов
7. Технологическая схема котельной установки на твердом топливе (слоевое сжигание)
8. Технологическая схема котельной установки на твердом топливе (факельное сжигание)
9. Технологическая схема котельной установки на жидком топливе

10. Технологическая схема котельной установки на газообразном топливе

11. Коэффициент избытка воздуха. Присосы воздуха
12. Материальный баланс процесса горения
13. Материальный баланс нагреваемой среды
14. Теоретические объемы воздуха и продуктов сгорания
15. Тепловой баланс котла
16. Теплота полезно затраченная в котле
17. Расход топлива
18. КПД котла и котельной установки
19. Потери теплоты в котле
20. Потеря теплоты с уходящими газами
21. Потеря теплоты с химической неполнотой сгорания
22. Потеря теплоты с механической неполнотой сгорания
23. Потеря теплоты от наружного охлаждения
24. Потеря теплоты с физическим теплом шлака
25. Прочие потери теплоты, не учтенные в тепловом балансе
26. Диффузионная, кинетическая и промежуточная области горения

топлива

27. Кинетика химических реакций
28. Время протекания горения и его зависимость от условий протекания

процесса

29. Уравнение Аррениуса
30. Простые реакции горения
31. Сложные реакции горения
32. Смешанные реакции горения
33. Горение частицы углерода
34. Аэродинамические характеристики процесса горения
35. Классификация топков
36. Принципиальные схемы организации сжигания твердого топлива
37. Основные показатели работы топочных устройств
38. Схемы сжигания газообразного топлива
39. Влияние способа сжигания на геометрические характеристики и устойчивость факела
40. Топки и горелки для сжигания газообразного топлива
41. Сжигание газа с низкой теплотой сгорания
42. Сжигание газа с низкой теплотой сгорания
43. Сжигание газа совместно с другими видами топлива
44. Особенности расчета газовых горелок

45. Подготовка жидкого топлива к сжиганию
46. Форсунки для жидкого топлива
47. Присадки к мазуту и их назначение
48. Комбинированные газо-мазутные горелки
49. Классификация слоевых топок
50. Характеристики горения слоя твердого топлива
51. Топки для сжигания твердого топлива в слое
52. Топки кипящего слоя
53. Особенности сжигания угольной пыли
54. Горение угольной пыли
55. Классификация пылеугольных горелок
56. Физические свойства угольной пыли
57. Тонкость помола угольной пыли
58. Основные законы измельчения материалов
59. Определение оптимальной тонкости помола угольной пыли
60. Процесс сушки
61. Тепловой баланс сушильно-мельничной системы
62. Методы сушки и виды сушилок для угольной пыли
63. Индивидуальные системы пылеприготовления без промбункера
64. Индивидуальные системы пылеприготовления с промбункером
65. Разомкнутая система пылеприготовления
66. Центральная система пылеприготовления
67. Питатели сырого угля
68. Сепараторы (пылеразделители)
69. Пылеотделители
70. Мигалки
71. Питатели пыли
72. Пылеугольные бункеры
73. Шаровые барабанные мельницы
74. Быстроходные молотковые мельницы
75. Шахтные молотковые мельницы
76. Мельницы-вентиляторы
77. Среднеходные мельницы
78. Топки с жидким шлакоудалением
79. Топки с твердым шлакоудалением
80. Циклонные и вихревые пылеугольные топки
81. Общие положения о радиационном теплообмене
82. Основы расчет теплообмена в топке
83. Радиационные свойства продуктов сгорания

84. Температура газов на выходе из топки
85. Безразмерная температура газов на выходе из топке и ее физический смысл
86. Интенсификация лучистого теплообмена
87. Виды экранных поверхностей нагрева
88. Работа экранных труб
89. Фестоны
90. Классификация пароперегревателей
91. Конструкция пароперегревателей
92. Работа пароперегревателей
93. Регулирование температуры перегретого пара
94. Классификация водяных экономайзеров
95. Чугунные экономайзеры
96. Стальные экономайзеры
97. Особые режимы работы экономайзеров
98. Назначение, типы и конструкции воздухоподогревателей
99. Рекуперативные воздухоподогреватели
100. Регенеративные воздухоподогреватели
101. Чугунные воздухоподогреватели
102. Общие сведения о теплообмене в конвективных поверхностях
103. Тепловой расчет ширмовых поверхностей нагрева
104. Тепловой расчет конвективных пароперегревателей
105. Теплообмен в экономайзерах
106. Теплообмен в воздухоподогревателях
107. Интенсификация конвективного теплообмена.

Вопросы к экзамену (7 семестр).

1. Каркас котла и его назначение
2. Требования к каркасу
3. Виды обмуровки
4. Требования к обмуровке котла
5. Конструкция обмуровки
6. Тепловой расчет обмуровки
7. Условия работы металла испарительных поверхностей и барабана
8. Условия работы металла пароперегревателей
9. Условия работы металла конвективных поверхностей нагрева
10. Металл для экранных поверхностей нагрева
11. Металл для изготовления барабанов
12. Металл для пароперегревателей

13. Прочие металлические элементы котла
14. Расчет на прочность элементов котла
15. Причины абразивного износа
16. Влияние износа на надежность работы котла
17. Низкотемпературная коррозия элементов котла
18. Высокотемпературная коррозия элементов
19. Коррозия внутренних поверхностей нагрева
20. Загрязнение элементов поверхностей нагрева
21. Очистка наружных поверхностей нагрева от загрязнений
22. Виды загрязнения, воздействующие на окружающую среду от ТЭС
23. Классификация вредных выбросов
24. Образование оксидов азота при горении
25. Образование оксидов серы
26. Прочие вредные вещества в продуктах сгорания
27. Золоулавливание
28. Типы золоуловителей
29. Снижение выбросов оксидов азота
30. Очистка дымовых газов от оксидов серы
31. Шлак и его свойства
32. Свойства золы
33. Механическая система золошлакоудаления
34. Пневматическая система золошлакоудаления
35. Гидравлическая система золошлакоудаления
36. Системы газо-воздушного тракта
37. Аэродинамические сопротивления
38. Аэродинамика дымовой трубы
39. Выбор тягодутьевого оборудования
40. Режим, структура и характеристики рабочего тела в элементах котла
41. Характеристики двухфазного потока
42. Застой и опрокидывание циркуляции
43. Условия надежной работы элементов котла
44. Характеристики систем испарения
45. Естественная циркуляция
46. Полный и полезные напоры циркуляции
47. Гидродинамические сопротивления
48. Влияние коллекторов на распределение пара и воды по трубам
49. Гидродинамика прямоточных котлов
50. Гидродинамика пароперегревателей
51. Образование накипи

52. Требования к питательной воде
53. Системы подготовки питательной воды
54. Водный режим и продувка котла
55. Качество пара.
56. Влияние различных факторов на качество пара
57. Устройство барабанов котлов
58. Сепарация пара
59. Конструкции сепарирующих устройств
60. Промывка пара
61. Ступенчатое испарение
62. Статические характеристики котла
63. Нестационарные процессы в котлах
64. Динамические характеристики котла
65. Организация управления котлами
66. Эксплуатация котлов
67. Показатели работы котельных установок.

Комплект оценочных средств для текущей аттестации

УО-1 Собеседование

Вопросы по темам/разделам дисциплины

Раздел II. Общие сведения об энергетическом топливе

1. Энергетическое топливо
2. Классификация энергоносителей для ТЭС
3. Состав твердого и жидкого топлив
4. Состав газообразного топлива
5. Высшая и низшая удельная теплота сгорания топлива

Раздел III. Котлы и схемы котельных установок

6. Классификация котлов по виду теплоносителя
7. Классификация паровых котлов по мощности
8. Классификация паровых котлов по параметрам пара
9. Виды компоновок котлов

Раздел IV. Материальный баланс процесса горения

10. Коэффициент избытка воздуха
11. Присосы воздуха
12. Материальный баланс нагреваемой среды
13. Теоретические объемы воздуха и продуктов сгорания

Раздел V. Тепловой и эксергетический баланс котла

14. Тепловой баланс котла

15. КПД котла

16. Потери теплоты в котле

Раздел VIII. Пылеприготовление и пылеугольные топki

17. Оборудование систем пылеприготовления

18. Шаровые барабанные мельницы

19. Быстроходные молотковые мельницы

20. Шахтные молотковые мельницы

21. Мельницы-вентиляторы

22. Среднеходные мельницы

23. Топки с твердым шлакоудалением

24. Топки с жидким шлакоудалением

Раздел IX. Теплообмен в элементах котла

25. Радиационные свойства продуктов сгорания

26. Температура газов на выходе из топki

27. Виды экранных поверхностей нагрева

28. Работа экранных труб

29. Фестоны

30. Тепловой расчет ширмовых поверхностей нагрева

31. Тепловой расчет конвективных пароперегревателей

32. Теплообмен в экономайзерах

33. Теплообмен в воздухоподогревателях

УО-2 Коллоквиум

Вопросы по темам/разделам дисциплины

Раздел I. Истории и перспективы развития теплоэнергетики

1. Современное состояние мировой энергетики

2. Энергетика России, история и перспективы

3. Особенности энергетики Дальнего Востока

Раздел V. Тепловой и эксергетический баланс котла

4. Потеря теплоты с уходящими газами

5. Потеря теплоты с химической неполнотой сгорания

6. Потеря теплоты с механической неполнотой сгорания

7. Потеря теплоты от наружного охлаждения

8. Потеря теплоты с физическим теплом шлака

Раздел VII. Сжигание энергетического топлива

9. Топки и горелки для сжигания газообразного топлива

10. Форсунки для жидкого топлива

11. Комбинированные газо-мазутные горелки

12. Классификация слоевых топок

Раздел XIV. Абразивный износ, коррозия, загрязнение и очистка поверхностей нагрева

13. Причины абразивного износа
14. Влияние износа на надежность работы котла
15. Низкотемпературная коррозия элементов котла
16. Высокотемпературная коррозия элементов
17. Коррозия внутренних поверхностей нагрева
18. Загрязнение элементов поверхностей нагрева
19. Очистка наружных поверхностей нагрева от загрязнений

Раздел XV. Защита окружающей среды от вредных выбросов при эксплуатации котлов

20. Виды загрязнения, воздействующие на окружающую среду от ТЭС
21. Классификация вредных выбросов
22. Образование оксидов азота при горении
23. Образование оксидов серы
24. Прочие вредные вещества в продуктах сгорания
25. Золоулавливание
26. Типы золоуловителей
27. Снижение выбросов оксидов азота
28. Очистка дымовых газов от оксидов серы

ПР-1 Курсовой проект

Темы курсовых проектов

Выполнить поверочный тепловой расчет пылеугольного парового котла с заданными влажностью топлива и паропроизводительностью.

Предварительные расчеты

Произвести пересчет состава и удельной теплоты сгорания топлива на заданную влажность. Определить коэффициенты избытка воздуха и присосы по элементам котла. Вычислить теоретические и действительные объемы воздуха и продуктов сгорания.

Тепловые расчеты

Произвести расчеты теплового баланса и теплообмена в элементах котла при заданной конфигурации.

Конструктивные расчеты

Выполнить конструктивные расчеты топки и элементов котла при заданной конфигурации

Выбор оборудования

Выполнить выбор оборудования пылесистемы и горелочных устройств

Графическая часть

Разработать схему компоновки котельного агрегата (формат А4), схему системы пылеприготовления (формат А4), схему пароводяного тракта (формат А4), схему пароперегревателя (формат А4), схему присосов воздуха (формат А4), диаграмму изменения температуры рабочих тел (формат А4), эскизы к конструктивным расчетам (форматы А4), продольный разрез котельного агрегата (формат А1).

Задания по вариантам

№ варианта	Марка котельного агрегата (заводское обозначение)	Месторождение и марка топлива	Заданная влажность, %	Нагрузка котла, %	Температура уходящих газов,
1	БКЗ-75-39	Бикинское 1Б	45	100	165
2	БКЗ-75-39	Раковское 1Б	44	100	167
3	БКЗ-75-39	Ирша-Бородинское 2Б	36	70	148
4	БКЗ-75-39	Липовецкое Д	10	70	150
5	БКЗ-210-140	Бикинское 1Б	40	100	172
6	БКЗ-210-140	Павловское 1Б	42	100	168
7	БКЗ-210-140	Реттиховское 1Б	38	100	170
8	БКЗ-210-140	Райчихинское 2Б	48	100	165
9	БКЗ-210-140	Ирша-Бородинское 2Б	34	70	144
10	БКЗ-210-140	Харанорское 1Б	42	70	146
11	ТП-170-110	Партизанский бассейн Ж	6	100	174
12	ТП-170-110	Липовецкое Д	10	100	169
13	ТП-170-110	Нерюнгринское К	9	70	150
14	ТП-170-110	Ургальское Г	12	70	149
15	БКЗ-220-110	Южный Сахалин Г	11	100	166
16	БКЗ-220-110	Нерюнгринское ЗСС	11	100	168
17	БКЗ-220-110	Партизанский бассейн Г	7	100	170
18	БКЗ-220-110	Никольское Д	8	100	162
19	БКЗ-220-110	Артемовское 3Б	25	70	143
20	БКЗ-220-110	Ургальско Г	12	70	145
21	БКЗ-670-140	Бикинское 1Б	42	100	169
22	БКЗ-670-140	Павловское 1Б	39	100	170
23	БКЗ-670-140	Реттиховское 1Б	39	70	149
24	БКЗ-670-140	Райчихинское 2Б	39	70	145
25	БКЗ-320-140	Партизанский бассейн Т	7	100	163
26	БКЗ-320-140	Каахемское Г	6	100	160

27	БКЗ-320-140	Чульмаканское Ж	8	70	138
28	БКЗ-320-140	Южный Сахалин Д	12	70	140

Методические указания по выполнению курсового проекта приведены в Приложении 3.

Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании

✓ 100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно)– ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической

речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене
по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»**

Баллы (рейтингов оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Уверенно знает основные принципы надежной, безопасной и эффективной эксплуатации и ремонта парогенераторов и их вспомогательного оборудования, основы выполнения тепловых, гидродинамических, аэродинамических и прочностных расчетов. Определять технико-экономические параметры работы котла и котельной установки. Умеет применять полученные знания в области грамотной эксплуатации, ремонта и обслуживания паровых котлов и вспомогательного оборудования. Свободно оперирует специальными техническими терминами.. Отлично владеет теоретическими знаниями и умеет их использовать на практике, основываясь при этом не только на лекционный материал, а ставя в основу информацию и навыки, приобретенные при самостоятельной работе.
85-76	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Достаточно хорошо знает основные принципы надежной, безопасной и эффективной эксплуатации и ремонта парогенераторов и их вспомогательного оборудования, основы выполнения тепловых, гидродинамических, аэродинамических и прочностных расчетов. Определять технико-экономические параметры работы котла и котельной установки. Умеет применять полученные знания в области грамотной эксплуатации, ремонта и обслуживания паровых котлов и вспомогательного оборудования.

Баллы (рейтинг овой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
		Допускает при ответе минимальное количество не точностей. В подавляющем большинстве случаев умеет применять полученные знания в области грамотной эксплуатации, ремонта и обслуживания паровых котлов и вспомогательного оборудования. Достаточно уверенно оперирует специальными техническими терминами. Хорошо владеет теоретическими знаниями.
75-61	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Поверхностно владеет знаниями основных принципов надежной, безопасной и эффективной эксплуатации и ремонта парогенераторов и их вспомогательного оборудования, основы выполнения тепловых, гидродинамических, аэродинамических и прочностных расчетов. В достаточной степени умеет определять технико-экономические параметры работы котла и котельной установки. Допускает при ответе ошибки и неточности не являющиеся критическими. Частично уверенно оперирует специальными техническими терминами. Удовлетворительно владеет теоретическими знаниями.
60-50	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Не знает, или знает лишь малую часть материала по основным принципам надежной, безопасной и эффективной эксплуатации и ремонта парогенераторов и их вспомогательного оборудования, С трудом выполняет или не может выполнить выполнения тепловые, гидродинамические, аэродинамические и прочностные расчеты котлов и вспомогательного оборудования. Не умеет определять технико-экономические параметры работы котла и котельной установки. Допускает при ответе грубые ошибки, или не может логически выстроить ответ. Не умеет оперировать специальными техническими терминами. Показывает не знание большей части теоретического материала.