

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ» (Б1.В.ОД.11)
для направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
профиля «Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2015

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Теплотехника и теплосиловые установки»
Протокол № 8 от «10» 06 2016 г.

Программа актуализирована и продлена на 2016/2017 учебный год
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника
и теплосиловые установки»

«10» 06 2016 г.



Д.В. Никольский

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Теплотехника и теплосиловые установки»
Протокол № 1 от «20» 08 2017 г.

Программа актуализирована и продлена на 2017/2018 учебный год
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника
и теплосиловые установки»

«20» 08 2017 г.



Д.В. Никольский

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Теплотехника и теплосиловые установки»
Протокол № от « » 201 г.

Программа актуализирована и продлена на 201 /201 учебный год
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника
и теплосиловые установки»

« » 201 г.

Д.В. Никольский

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Теплотехника и теплосиловые установки»

Протокол № 3 от «25» 11 2015 г.

Заведующий кафедрой «Теплотехника
и теплосиловые установки»

«25» 11 2015 г.

Д.В. Никольский

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
Заведующий кафедрой «Теплотехника и
теплосиловые установки»

«23» 11 2015 г.

Д.В. Никольский

Председатель методической комиссии
факультета «Транспортные и
энергетические системы»

«23» 11 2015 г.

В.В. Никитин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОСВО, утверждённым 1 октября 2015 г., приказ № 1081 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиля «Промышленная теплоэнергетика» по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы».

Целью изучения дисциплины является формирование компетенций, указанных в разделе 2 рабочей программы.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- приобретение знаний, указанных в разделе 2 рабочей программы;
- приобретение умений, указанных в разделе 2 рабочей программы;
- приобретение навыков, указанных в разделе 2 рабочей программы.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные процессы, протекающие в котельных установках;
- подготовка к сжиганию и сжигание различных видов топлива;
- радиационный и конвективный теплообмен в элементах котельного агрегата;
- аэродинамику газо-воздушного тракта;
- гидродинамику систем с естественной циркуляцией и принудительным движением воды и пароводяной смеси;
- организацию водного режима в испарительных системах котельных агрегатов;
- конструкции и условия работы основных элементов и вспомогательного оборудования котельных установок.

Уметь:

- проводить сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования;
- использовать полученные теоретические знания на практике;
- грамотно аргументировать принятое решение;
- защищать результаты проведённой работы;
- осуществлять тепловой расчет котельного агрегата в соответствии с требованиями нормативного метода.

Владеть:

- практическими навыками в области теплотехники при проектировании котельных агрегатов и котельных установок;
- методиками проведения конструктивных и теплотехнических расчетов котельных агрегатов и парогенераторов.

Приобретённые знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведённые в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п.

2.4 пояснительной записки основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)** соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа бакалавриата:

расчётно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:

– способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

– способностью проводить расчёты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

– способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам (ПК-3);

научно-исследовательская деятельность:

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

производственно-технологическая деятельность:

– готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8);

– готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК-10).

монтажно-наладочная деятельность:

– готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);

сервисно-эксплуатационная деятельность:

– готовность участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования (ПК-12);

– способностью к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт (ПК-13).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» (Б1.В.ОД.11) относится к вариативной части базовых дисциплин.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	Семестр
		5	6
Контактная работа (по видам учебных занятий)	120	54	66
В том числе:			
– лекции (Л)	34	18	16
– практические занятия (ПЗ)	52	18	34
– лабораторные работы (ЛР)	34	18	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	132	90	42
Контроль	36	-	36
Форма контроля знаний		3	КП+Э
Общая трудоёмкость: час / з.е.	288/8	144/4	144/4

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28	28
В том числе:		
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	12	12
– лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	247	247
Контроль	13	13
Форма контроля знаний	3 + КП + Э	3 + КП + Э
Общая трудоёмкость: час / з.е.	288/8	288/8

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
5 семестр (курс 4)		
1	Технологическая схема котельной установки (КУ).	Назначение и принцип работы КУ в системах энергохозяйства промпредприятий. Источники теплоты для КУ. Технологическая схема КУ. Основные элементы КУ,

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		<p>вспомогательное оборудование, его размещение и компоновка. Топливный, воздушный, газовый, пароводяной и шлакозолоудаляющий тракты КУ. Материальный и тепловой балансы КА. Уравнение теплового баланса. Полезно воспринятая теплота. Потери теплоты и их характеристики. Энергетические к.п.д. брутто и нетто КА. Эксергетический к.п.д. котла. Методы повышения к.п.д. КА.</p>
2	<p><i>Топочные устройства (топки).</i></p>	<p>Классификация топок и общие характеристики топочных процессов. Сжигание твердого топлива в слоевых топках. Механизм воспламенения горения твердого топлива в слое. Виды и характеристики слоевых топок. Топки с кипящим слоем. Сжигание угольной пыли камерных топках. Особенности горения угольной пыли в факеле. Циклонные и вихревые топки. Горелки для сжигания угольной пыли. Подготовка к сжиганию твердого топлива на ТЭЦ и котельной. Такт твердого топлива. Системы пылеприготовления. Размольные устройства (мельницы) и основные элементы систем пылеприготовления. Топки для сжигания угольной пыли с твердым и жидким шлакоудалением. Механическая, гидравлическая и пневматическая системы шлакозолоудаления.</p> <p>Подготовка к сжиганию жидкого топлива. Тракт жидкого топлива на ТЭЦ и котельной. Сжигание жидкого топлива. Топки для сжигания жидкого топлива и их характеристики. Конструкции форсунок для распыления жидкого топлива.</p> <p>Сжигание газового топлива. Тракт газового топлива на ТЭЦ и котельной. Сжигание газа совместно с другими видами топлива. Конструкции горелок для сжигания природного газа. Вопросы охраны труда при подготовке и сжигании органического топлива.</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
3	<i>Теплообмен, гидродинамика аэродинамика элементах КУ.</i>	<p>Радиационный теплообмен в топке. Теплоотдача в конвективных элементах котла. Теплообмен в конвективных элементах КА.</p> <p>Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей. Принципиальные схемы и характеристики испарительных систем. Циркуляционный контур. Особенности гидродинамики систем с естественной и принудительной циркуляцией. Кратность циркуляции. Критерии надежности циркуляции. Нарушение циркуляции: защита от опрокидывания. Основы методики расчета контуров циркуляции.</p> <p>Системы газоздушного тракта. Аэродинамические сопротивления при движении потоков воздуха и продуктов сгорания в элементах КУ. Естественная и принудительная тяги. Дымовые трубы и тягодутьевые устройства. Газоздушные тракты, работающие под наддувом, разрежением и с уравновешенной тягой. Присосы воздуха в газоздушный тракт. Газоплотные котлы. Устройства очистки дымовых газов.</p>
4	<i>Тепловые конструктивные КА. Основные элементы КА</i>	<p>Тепловые схемы котлов. Барабанные котлы низкого, среднего и высокого давления. Прямоточные котлы. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы с неводяными теплоносителями, котлы-утилизаторы.</p> <p>Испарительные поверхности нагрева котлов. Конструкции топочных экранов. Барабан и внутрибарабанные устройства. Пароперегреватели и их компоновка. Системы и устройства регулирования температуры пара. Конвективные поверхности нагрева. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Схемы включения экономайзеров и воздухоподогревателей. Конструкции каркаса и обмуровки котлов. Арматура, гарнитура, контрольно-измерительные приборы котлов. Общие сведения о металлах и материалах, применяемых в котлостроении.</p>
6 семестр (курс 4)		
5	<i>Теория теплого аэродинамического расчета КА.</i>	<p>Конструктивный и проверочный тепловые расчеты КА. Выбор топлива. Состав, теплота сгорания и характеристики топлива. Коэффициент избытка воздуха в топке. Присосы воздуха по отдельным газоходам КА. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания. Теплоемкость и энтальпия продуктов сгорания. <i>H-v</i>- диаграмма продуктов сгорания.</p> <p>Расчет топочных камер. Полезные тепловыделения в токе. Адиабатная температура горения. Степень черноты факела и топки.</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		<p>Определение действительной температуры продуктов сгорания на выходе из топки. Оценка правильности выполнения расчетов.</p> <p>Расчет поверхностей нагрева, расположенных после камеры сгорания. Общий метод расчета. Уравнение теплового баланса и теплопередачи. Температурный напор и его определение. Расчет фестона, испарительного пучка, пароперегревателя, водяного экономайзера и воздухоподогревателя. Оценка правильности выполнения теплового расчета.</p>
6	<i>Теплотехнические испытания КА.</i>	<p>Назначение и виды испытаний. Общая методика проведения испытаний. Балансовые и режимно-наладочные испытания котлов. Составлении режимных карт. Определение присосов воздуха в КА. Анализ дымовых газов и определение коэффициента избытка воздуха в топочных устройствах и по газоходам котла.</p>
7	<i>Эксплуатация КУ.</i>	<p>Основные нормативные документы по эксплуатации КУ. Монтаж котлов. Режимы работы КУ и их технико-экономические показатели. Пуск котла. Останов котла: плановый и аварийный. Обслуживание КА во время эксплуатации. Щелочение котла. Гидравлические испытания, опробование КА на паровую плотность.</p> <p>Коррозия поверхностей нагрева КА и способы её снижения. Методы очистки конвективных поверхностей нагрева от наружных загрязнений. Абразивный износ поверхностей и способы его снижения. Организация ремонтных работ котельного оборудования.</p>
8	<i>Правила безопасной эксплуатации КУ.</i>	<p>Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов.</p>

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий Для очной формы обучения:

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1	Технологическая схема котельной установки (КУ).	4	4	4	18
2	Топочные устройства (топки).	4	5	6	18
3	Теплообмен, гидродинамика и аэродинамика в элементах КУ.	4	4	4	18
4	Тепловые и конструктивные схемы КА. Основные элементы КА.	4	4	4	18

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5	Теория и методы теплового и аэродинамического расчета КА.	4	5	9	18
6	Теплотехнические испытания КА.	4	4	9	14
7	Эксплуатация КУ.	6	4	9	14
8	Правила безопасной эксплуатации КУ.	4	4	7	14
Итого		34	34	52	132

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1	Технологическая схема котельной установки (КУ). Топочные устройства (топки).	2	2	3	60
2	Теплообмен, гидродинамика и аэродинамика в элементах КУ. Теория и методы теплового и аэродинамического расчета КА.	2	2	3	67
3	Тепловые и конструктивные схемы КА. Основные элементы КА. Теплотехнические испытания КА.	2	2	3	60
4	Эксплуатация КУ. Правила безопасной эксплуатации КУ.	2	2	3	60
Итого		8	8	12	247

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения
1.	Технологическая схема котельной установки (КУ).	1. Крылов В.И., Крылов Д.В. Котельные установки. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2014. -70 с. 2. Крылов В.И. Котельные установки и парогенераторы: Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2015.-57 с. 3. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие.- Л.: Энергоатомиздат, 1989.-280 с. 4. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности.-М.: Издательский центр «Академия». 2010. – 128 с. 5. Либерман Н.Б. Справочник по проектированию котельных установок. М.: ЭКОЛИТ.2011. – 224 с. 6. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. ПБ 10-574-03.- СПб.: ЦОТПБСП, 2003.-184 с.
2.	Топочные устройства (топки).	
3.	Теплообмен, гидродинамика и аэродинамика в элементах КУ.	
4.	Тепловые и конструктивные схемы КА. Основные элементы КА. Материалы, применяемые в котлостроении.	
5.	Теория и методы теплового и аэродинамического расчета КА.	
6.	Теплотехнические испытания КА.	
7.	Эксплуатация КУ.	
8.	Правила безопасной эксплуатации КУ.	

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Теплотехника и теплосиловые установки» и утверждённым заведующим кафедрой.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Крылов В.И. Котельные установки и парогенераторы: Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2015.-57 с.
2. Крылов В.И., Крылов Д.В. Котельные установки. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2014. -70 с.
3. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности. - М.: Издательский центр «Академия». 2010. – 128 с.
4. Либерман Н.Б. Справочник по проектированию котельных установок. М.: ЭКОЛИТ.2011. – 224 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Крылов В.И. Основы теплового расчета котельных агрегатов: Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2002.-54 с.
2. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие.-Л.: Энергоатомиздат, 1989.-280 с.
3. Липов Ю.М. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Учебное пособие для вузов.-М.: Энергоатомиздат, 1988.-208 с.
4. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод./Под ред. Н.В.Кузнецова.- М.: Энергия, 1973.-295 с.
5. Теплотехнические испытания котельных установок /В.И.Тремболя и др.- М.: Энергоатомиздат. 1991.-416 с.
6. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам.-М.: Энергоатомиздат. 1989.-488 с.
7. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н Котельные установки промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1988.
8. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: Учеб.для вузов. М.:РХД, 2003.-591 с.
9. Теплогенерирующие установки: Учеб. для вузов/Г.Н.Делягин, В.И.Лебедев, Б.А.Пермяков.-М.: Стройиздат, 1986.-559 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. ГОСТ 3619-89 Котельные установки.

2. ПБ 10-574-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

3. ПБ 10-573-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.

4. ПБ 12-529-03 Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.

5. ПБ 03-445-02 Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб.

6. РД 10-319-99 Типовая инструкция по безопасному видению работ для персонала котельных.

7. Правила технической эксплуатации коммунальных отопительных котельных.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;

3. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведённом в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведённого в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- технические средства (компьютер/ноутбук, проектор);
- методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);
- электронная информационно – образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

– Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы. Перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем приведены в Паспортах аудиторий/помещений.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы).

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Специальные помещения для проведения лабораторных работ укомплектованы специализированной учебно – лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины, рассмотренное на заседании кафедры и утвержденное заведующим кафедрой.

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

Разработчик программы,
доцент

 В.И. Крылов

«23» 11 2015 г.