

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

22.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.4 Котельные установки и парогенераторы

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 3
Семестр 5, 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	34	часов
Лабораторные работы	34	часов
Практические занятия	52	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	120	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	6	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	132	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

25.01.2023	протокол №	5
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в соответствии с технологией производства	ПК - 1.1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	знания: Знает основы схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства умения: Умеет разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства навыки: Имеет навыки разработки схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства
	ПК - 1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности	знания: Знает основные правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности умения: Умеет соблюдать правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности навыки: Имеет навыки выполнения правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности
2. ПК-3 Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению по ОПД	ПК - 3.1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	знания: Знает основные нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности умения: Умеет применять нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности навыки: Имеет навыки демонстрации знаний нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
	ПК - 3.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	знания: Знает основные мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности умения: Умеет разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах

	профессиональной деятельности навыки: Имеет навыки разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
--	--

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-1), Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии (ПК-3); практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая практика (рассредоточенная) (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Проектирование котельных установок и парогенераторов	144	ПК-1, ПК-3
Лекция. Краткая история развития котлов. Классификация и типы паровых котлов	3	
Лекция. Котельные установки	3	
Лекция. Поверхности нагрева котлов	3	
Лекция. Водогрейные котлы	3	
Лекция. Котельное топливо, его технические характеристики	3	
Лекция. Материальный и тепловой баланс процессов горения	3	
Практическое занятие. Классификация и типы паровых котлов	6	
Практическое занятие. Котельные установки	6	
Практическое занятие. Поверхности нагрева котлов	6	
Практическое занятие. Водогрейные котлы	6	
Практическое занятие. Котельное топливо, его технические характеристики	6	

Практическое занятие. Материальный и тепловой баланс процессов горения	6	
Лабораторная работа. Определение технических характеристик твердого топлива	6	
Лабораторная работа. Определение технических характеристик твердого топлива	6	
Лабораторная работа. Технические характеристики и конструкция котла ДЕ-10-14ГМ	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала. Изучение литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Составление отчетов по лабораторным работам.	72	
Иная контактная работа: зачет, консультации	0	

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Современные котельные установки	72	ПК-1, ПК-3
Лекция. Тепловой расчет котла	4	
Лекция. Топки и горелочные устройства	4	
Лекция. Сокращение вредных выбросов в окружающую среду режимными методами	4	
Лекция. Аэродинамический расчет котельных установок	4	
Практическое занятие. Тепловой расчет котла	4	
Практическое занятие. Топки и горелочные устройства	4	
Практическое занятие. Сокращение вредных выбросов в окружающую среду режимными методами	4	
Практическое занятие. Аэродинамический расчет котельных установок	4	
Лабораторная работа. Тепловосприятие поверхностей нагрева и расчетная паропроизводительность котла	8	
Лабораторная работа. Балансовые испытания парового котла	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы	24 36	
Проработка лекционного материала. Изучение литературы. Подготовка к лабораторным занятиям. Составление отчетов по лабораторным работам.		
выполнение курсового проекта/работы	36	
Иная контактная работа: консультации, защита курсового проекта/работы	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины (модуля) рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине (модулю), концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных

занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. (при наличии)

Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практического и лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины (модуля).

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины (модуля), оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины (модуля), к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины (модуля) включает выполнение курсового проекта, лабораторной работы.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) является зачёт, экзамен; по курсовому проекту является дифференцированный зачёт.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Липов, Юрий Михайлович. Котельные установки и парогенераторы [Текст] : учеб. для студентов специальности 1005 "Тепловые и электрич. станции" / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. 2-е изд., испр. М.: НИЦ "Регуляр. и хаот. динамика", 2005. - 591 с. ISBN 5-93972-430-2. Экземпляры: всего 19.	19
2.	Хлебников, Валерий Алексеевич. Котельные установки и парогенераторы [Текст] : лаб. практикум / В. А. Хлебников. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 75 с. Экземпляры: всего 40.	40
3.	Сидельковский, Лазарь Наумович. Котельные установки промышленных предприятий [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Пром. теплоэнергетика"] / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев. Изд. 4-е, репр. М.: БАСТЕТ, 2009. - 526, [1] с. ISBN 978-5-903178-13-1. Экземпляры: всего 16.	16
4.	Эстеркин, Рахмиель Иосифович. Котельные установки [Текст] : Курсовое и дипломное проектирование : [учеб. пособие для учащихся техникумов по специальности	13

	"Эксплуатация тепловых сетей и теплотехн. оборудования" / Р. И. Эстеркин. СПб.: ИНТЕГРАЛ, 2010. - 279, [1] с. Экземпляры: всего 13.	
5.	Котельные установки и парогенераторы [Текст] : методические указания к выполнению курсового проекта / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост.: В. А. Хлебников, С. В. Бастрова, Е. Н. Сидорова]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 41 с. Экземпляры: всего 24.	24 / https://portal.volgatech.net/books/Xlebnikov_kotelnye_us_tanovki_parogeneratory_2014.pdf
6.	Бадмаев, Ю. Ц. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / Бадмаев Ю. Ц., Хусаев Н. С., Балданов М. Б.; Хусаев Н. С., Балданов М. Б. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 68 с. ISBN 978-5-507-47032-7.	https://e.lanbook.com/book/322466
7.	Круглов, Г. А. Теплотехника [Текст] : учебное пособие / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-507-45269-9.	https://e.lanbook.com/book/263066
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	Клапан ДУ 50 (1), Лабораторная установка "Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе" АК-01-2 (1), Лабораторная установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Макет мобильной газотурбинной электростанции в масштабе 1:87 (1), Накладные датчики КУРСВ-010М (2), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Терморегулятор С5М1 "Электроника" (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автоматика систем теплоснабжения и вентиляции" АТГСВ-16-11ЛР-01 (1), Типовой комплект учебного оборудования	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

	"Автономная автоматизированная система отопления" АСО-05 (1), Эlevator ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)	
--	---	--

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Агрегаты, предназначенные для выработки водяного пара называются

- A). водогрейными котлами
- B). паровыми турбинами
- C). **котельными агрегатами**
- D). паровыми подогревателями
- E). тепловыми двигателями

2. Арматурой называют устройства

- A). служащие для удаления шлака и золы
- B). служащие для выявления неплотностей газозоудшного тракта
- C). служащие для обслуживания и ремонта поверхностей
- D). служащие для монтажа оборудования
- E). **предназначенные для прекращения подачи теплоносителя или изменения его количества**

3. Аэродинамическое сопротивление складывается из

- A). **сопротивления трения и местных сопротивлений**
- B). сопротивления трения и сопротивлений вязкости
- C). сопротивления внутреннего трения и избыточного напора
- D). потери полного давления и геометрической высоты расположения
- E). участка самотяги и сопротивления трения

4. В диффузионных горелках газ и воздух подаются в топку

- A). предварительно подогретыми
- B). с высокой скоростью
- C). предварительно частично перемешанными
- D). предварительно полностью перемешанными
- E). **раздельно**

5. В котельных первой категории должна предусматриваться установка
- A). не более трех котлов
 - B). одного котла
 - C). **не менее двух котлов**
 - D). не более двух котлов
 - E). не менее трех котлов
6. В котельных с водогрейными котлами следует предусматривать деаэраторы
- A). резервные
 - B). атмосферные
 - C). повышенного давления
 - D). питательные
 - E). **вакуумные**
7. В маркировке котла ДЕ-10-14ГМ цифра 10 обозначает
- A). температуру пара
 - B). давление пара в атм
 - C). давление пара в МПа
 - D). паропроизводительность в кг/с
 - E). **паропроизводительность в т/ч**
8. В промышленных котлах, работающих при давлении пара до 2,16 МПа, чаще всего применяются экономайзеры
- A). **чугунные**
 - B). из легированной стали
 - C). латунные
 - D). стальные
 - E). трубчатые
9. В топках с чешуйчатыми цепными решетками прямого хода рекомендуется сжигать
- A). **бурый уголь**

- В). каменный уголь
- С). природный газ
- Д). мазут
- Е). антрациты марок АС и АМ

10. Взрывные клапаны предназначены для

- А). отбора проб газовой среды во время работы котла
- В). предотвращения разрушающих последствий, вызываемых повышением давления в топке
- С). регулирования воздушной среды
- Д). удобства ремонта топки изнутри
- Е). прохода эксплуатационного персонала

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы»

1. Основные определения и термины
2. Материальный баланс парогенератора

Задача.

Содержание углерода в рабочей массе угля составляет $C^p = 43,4 \%$ при $W^p = 7 \%$ и $A^p = 38,1 \%$.

Определить содержание углерода в сухой массе C^c .

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме зачета.

1. Материальный баланс рабочих веществ в котле.
2. Тепловой и эксергетический балансы котла.
3. Классификация топочных процессов и топок для сжигания топлив.
4. Сжигание газообразного топлива.

5. Сжигание жидкого топлива.
6. Сжигание твердого топлива в слое.
7. Пылеприготовление.
8. Гидродинамика котла.
9. Тепловая схема котла..
10. Водогрейные и паровые котлы.
11. Экономайзеры и воздухоподогреватели.
12. Топливное хозяйство котельных установок.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме экзамена.

1. Основные определения и термины
2. Схема производства тепловой энергии
3. Раздельный способ производства тепловой и электрической энергии
4. Классификация парогенераторов.
5. Общая технологическая схема парогенераторной установки
6. Компоновка поверхностей нагрева парогенераторов.
7. Газовоздушный тракт парогенератора
8. Составные части парогенератора.
9. Источники теплоты для котельных установок промышленных предприятий.
10. Теплота сгорания топлива. Теплота сгорания условного топлива.
11. Технические характеристики твердых топлив.
12. Технические характеристики мазута.
13. Технические характеристики природного газа.
14. Материальный баланс парогенератора.
15. Уравнение материального баланса по водопаровому тракту.
16. Тепловой баланс парогенератора.
17. Полезно используемое тепло.
18. Коэффициент полезного действия парогенератора по прямому и обратному балансу.
19. Коэффициент полезного действия котла (брутто) по прямому балансу.
20. Коэффициент полезного действия (нетто) котельной установки