

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

03.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б.1.2.3 Теория горения топлива**

*(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

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	5	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

                      
(год)

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

Программу составили:

доцент	ЭП	СОГЛАСОВАНО	В.А. Хлебников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры)		
29.01.2025	протокол №	5
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

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

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(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 04.03.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## 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-4 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК-4.1 Участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования	<b>знания:</b> 1. Основы горения газового, твердого и жидкого топлива. 2. Методы расчета характеристик топлив. 3. Методы расчета объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания. <b>умения:</b> 1. Работы с с нормативно-справочной литературой и программами для ПК для выполнения стандартных расчетов горения энергетических топлив. 2. Выполнять расчеты - теоретически необходимого и действительного расходов кислорода и воздуха, -состава и объемов продуктов горения, энтальпии воздуха и продуктов горения, -номинальной тепловой мощности горелки для газового топлива, -чисел Воббе газовых топлив. <b>навыки:</b> 1. Сбора и анализа исходных данных для расчета горения топлив. 2. Инсталляции программ для ПК и выполнения типовых расчетов горения топлив. 3. Оформления результатов расчетов и составления пояснительной записки. 4. Выбора параметров типовой горелки для сжигания природного газа в котле.

## 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-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-4), Технологические энергоносители предприятий (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

## 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, практические занятия

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

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы горения газового, твердого и жидкого топлива</b>	<b>38</b>	ПК-4
Лекция. Энергетическое топливо и его характеристики (Термины и определения. Виды топлив. Состав топлив. Теплота сгорания топлива. Технические характеристики топлива. Топливная база электростанций РФ).	4	
Лекция. Элементы теории горения топлива (Основы кинетики горения топлива. Горение газового и твердого топлива).	4	
Лекция. Элементы теории горения твердого топлива (Горение жидкого топлива. Развитие и воспламенение топливно-воздушной струи).	4	
Практическое занятие. Виды и состав энергетических топлив. Топливная база электростанций и котельных РФ.	4	
Практическое занятие. Теплота сгорания топлива.	2	
Практическое занятие. Технические характеристики топлива.	2	
Практическое занятие. Основы кинетики горения топлива.	2	
Практическое занятие. Горение натуральных топлив.	2	
Практическое занятие. Горение натуральных топлив.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Составление глоссария терминов и словосочетаний, решение задач, повторение лекционного материала. Сбор исходных данных для выполнения курсовой работы: 1. По объемному составу горючих и не горючих газов в природном газе заданного месторождения. 2. По составу горючих и не горючих элементов в рабочей массе угля заданного месторождения. 3. По влагосодержанию природного газа и воздуха. 4. По КПД «брутто» парового котла и его номинальной тепловой мощности по заданной марке котла. 5. По коэффициенту избытка воздуха на выходе из топки. 6. По температуре воздуха, поступающего в котел. Инсталляция дистрибутива программы «КР TGT 2011» на ПК. выполнение курсового проекта/работы	12 8	ПК-4
<b>Методы расчета характеристик топлив</b>	<b>34</b>	
Лекция. Расчетные характеристики топлив (Расчетные характеристики твердых, жидких и газообразных топлив).	4	
Лекция. Различные массы топлива и пересчет характеристик с одной массы на другую (Рабочая, сухая и горючая масса. Пересчет состава топлива, выхода летучих и теплоты сгорания с одной массы топлива на другую).	4	
Лекция. Смеси топлив (Расчет теплоты сгорания смеси двух твердых или жидких топлив. Приведенные характеристики	4	

топлива).		
Практическое занятие. Пересчет элементного состава одной массы топлива на другую.	4	
Практическое занятие. Пересчет теплоты сгорания топлива одной массы топлива на другую.	4	
Практическое занятие. Расчет теплоты сгорания смеси топлив.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Решение задач, повторение лекционного материала. Выполнение расчетной части курсовой работы с использованием установленной на ПК программы: 1. Расчет теоретически необходимого и действительного расходов кислорода и воздуха. 2. Расчет состава и объемов продуктов горения. 3. Расчет энтальпий воздуха и продуктов горения. выполнение курсового проекта/работы	12 14	
<b>Методы расчета объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания</b>	<b>36</b>	ПК-4
Лекция. Состав продуктов сгорания (Состав продуктов сгорания при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива. Продукты полного и неполного окисления горючих элементов топлива. Объем и масса воздуха и продуктов сгорания	4	
Лекция. Объемы и масса воздуха и продуктов сгорания (Объем и масса воздуха и продуктов сгорания газообразного топлива. Теоретически необходимый объем воздуха. Теоретический объем продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха. Масса дымовых газов).	4	
Лекция. Энтальпии воздуха и продуктов сгорания (Энтальпии теоретически необходимых объемов воздуха и продуктов сгорания. Энтальпии продуктов сгорания при избытке воздуха. Энтальпия золы. Энтальпия газов при наличии рециркуляции)	4	
Практическое занятие. Расчет продуктов сгорания.	4	
Практическое занятие. Расчет объемов и массы воздуха и продуктов сгорания.	4	
Практическое занятие. Расчет энтальпии воздуха и продуктов сгорания.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Решение задач, повторение лекционного материала. Выполнение графической части курсовой работы: 1. Определение мощности горелки для сжигания природного газа и марки подходящей типовой горелки. 2. Выполнение чертежа выбранной горелки. 3. Оформление пояснительной записки. выполнение курсового проекта/работы	12 14	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины 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, 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. Подготовка к **практическим занятиям** включает ознакомление с планом 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. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, 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, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение курсовой работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины.

## 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
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	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
2.	Теория горения топлива [Текст] : методические указания к выполнению курсовой работы для направления "Теплоэнергетика и теплотехника", для специальностей и направлений подготовки, изучающих курс "Теория горения топлива" / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет"; составитель В. А. Хлебников. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. - 38 с. Экземпляры: всего 5.	5 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Teoriya_goreniya_topli va_2022.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Teoriya_goreniya_topli va_2022.pdf</a>
3.	Хлебников, Валерий Алексеевич. Теория горения топлива [Текст] : учебное пособие по курсовому	5 / <a href="https://portal.volgatech.net/b">https://portal.volgatech.net/b</a>

	проектированию : для студентов по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 35.03.02 "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" / В. А. Хлебников, П. Н. Анисимов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 43 с. ISBN 978-5-8158-2332-7. Экземпляры: всего 5.	ooks/Khlebnikov_Teoriya_goreniya_topлива_2023.pdf
4.	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 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Xlebnikov_kotelnye_us tanovki_parogeneratory_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Xlebnikov_kotelnye_us tanovki_parogeneratory_2014.pdf</a>
5.	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
6.	Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / Семенов Б. А. 2-е изд., доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 400 с. ISBN 978-5-8114-1392-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211124">https://e.lanbook.com/book/211124</a>

## 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)	Комплект учебной мебели (1)	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

## 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.



Поволжский государственный технологический университет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

по дисциплине «Теория горения топлива»

Направление 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность " Промышленная теплоэнергетика "

1. Что называется энергетическим топливом?
2. Расчетные характеристики твердых топлив.
3. Определение объема кислорода, требующегося для сжигания 1 м<sup>3</sup> СО до СО<sub>2</sub>.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /А.А.Медяков/

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Что называется энергетическим топливом?
2. Топливная база электростанций РФ.
3. Виды энергетических топлив.
4. Состав энергетических топлив.
5. Теплота сгорания топлива.
6. Технические характеристики энергетического топлива.
7. Основы кинетики горения топлива.
8. Горение газового топлива.
9. Горение твердого топлива.
10. Горение жидкого топлива.
11. Развитие и воспламенение топливно-воздушной струи.
12. Что называется условным топливом?
13. По какой формуле производится пересчет натурального топлива в условное и наоборот?
14. Что такое кинетическая область горения топлива?
15. Что такое диффузионная область горения топлива?
16. Что такое промежуточная область горения топлива?
17. Время сгорания топлива.

18. Газообразование в слое.
19. Теоретическая температура горения топлива.
20. Приведите схемы сжигания газообразного топлива.
21. Как схемы сжигания газообразного топлива влияют на длину факела?
22. Как схемы сжигания газообразного топлива влияют на устойчивость пламени?
23. Как схемы сжигания газообразного топлива влияют на характеристики факела?