

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

10.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.17 Техническая термодинамика

*(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 2, 3

Семестр 3, 4, 5

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	4	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	6	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	14	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	4	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	238	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
БРК, ДЗ	4	семестр

(год)

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

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук (должность)	ЭП (кафедра)	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов (И.О. Фамилия)
---	-----------------	-------------	---------------------------------

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

		(наименование кафедры)	
05.03.2021 (дата)	протокол №	6	

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 15.03.2021 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. ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	<b>знания:</b> Знает какие теплофизические свойства рабочих тел необходимы при расчетах теплотехнических установок и систем <b>умения:</b> Умеет определять теплофизические свойства рабочих тел, необходимые при расчетах теплотехнических установок и систем <b>навыки:</b> Имеет навыки определения теплофизических свойств рабочих тел, необходимых при расчетах теплотехнических установок и систем
	ОПК-3.4 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений	<b>знания:</b> Знает основные законы термодинамики и термодинамические соотношения <b>умения:</b> Умеет применять законы термодинамики и термодинамические соотношения <b>навыки:</b> Имеет навыки самостоятельного термодинамического анализа
	ОПК-3.5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	<b>знания:</b> Знает основы термодинамики, основные термодинамические процессы, циклы и их показатели <b>умения:</b> Умеет определять термодинамические параметры процессов и циклов <b>навыки:</b> Имеет навыки самостоятельного расчета термодинамических процессов, циклов и их показателей

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Гидрогазодинамика (ОПК-3); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-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, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения  
 На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 3 семестр

Виды и тематика занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Введение в техническую термодинамику. Идеальные газы. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.</b>	<b>72</b>	ОПК-3
Лекция. Введение в техническую термодинамику. Параметры состояния, уравнение состояния, чистое вещество, термодинамическая поверхность, диаграмма состояния, термодинамический процесс. Первый закон термодинамики. Первый закон термодинамики для потока. Идеальные газы. Законы идеальных газов. Чистое вещество. Смеси.	2	
Практическое занятие. Расчет процессов идеальных газов.	2	
Лабораторная работа. Изучение средств измерения параметров состояния вещества, изучение термопары. Выполнение измерений температуры и давления. Экспериментальное определение газовой постоянной воздуха.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение. Сделать конспект и выполнить практические задания по темам: Термодинамика и её метод. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе. Идеальный газ. Законы идеального газа. Термодинамические процессы идеальных газов. Смеси идеальных газов. Теплоемкость, энтальпия, внутренняя энергия идеальных газов и внешняя работа. Первый закон термодинамики для стационарного вещества. Первый закон термодинамики для потока. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Дифференциальные уравнения термодинамики.	66	
Иная контактная работа:	0	

##### 4 семестр

Виды и тематика занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Термодинамические процессы. Теплосиловые паровые циклы.</b>	<b>72</b>	ОПК-3
Лекция. Термодинамические циклы. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Теорема Карно. Обратимые и необратимые циклы. Анализ прямых и обратных циклов. Циклы тепловых двигателей внутреннего сгорания.	2	
Практическое занятие. Применение первого и второго законов термодинамики для анализа процессов и циклов.	2	
Лабораторная работа. Определение параметров воды и водяного пара с использованием $h$ - $s$ -диаграммы, справочных таблиц и специальных программ.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Сделать конспект и выполнить практические задания по темам: Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. Термодинамические свойства веществ. Основные термодинамические процессы. Процессы течения газов и жидкостей. Дросселирование потока газа и жидкости. Истечение из сопел, сопло Лаваля. Фазовые переходы. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Определение теплофизических свойств веществ с использованием диаграмм состояния, справочных таблиц и программ на примере воды и водяного пара. Работа с $h$ - диаграммой воды и водяного пара. Циклы паросиловых установок. Выполнить курсовую работу на тему: Расчет цикла паросиловой установки.	66	
Иная контактная работа:	0	

### 5 семестр

Виды и тематика занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Теплофизические свойства воды и водяного пара. Теплосиловые паровые циклы. Комбинированные циклы. Влажный воздух. Холодильные циклы.</b>	<b>108</b>	ОПК-3
Практическое занятие. Анализ паросиловых циклов с использованием диаграмм и таблиц теплофизических свойств воды и водяного пара. Расчет циклов холодильных машин и тепловых насосов. Работа с диаграммой Рамзина - Молье.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Сделать конспект и выполнить практические задания по темам: Сжатие газов в компрессоре. Общие методы анализа эффективности циклов тепловых двигателей. Теплосиловые газовые циклы, циклы двигателей внутреннего сгорания и циклы газовых турбин. Бинарные циклы. Комбинированные циклы парогазовых энергетических установок. Параметры влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха и анализ при помощи $h$ -диаграммы Рамзина-Молье таких процессов, как нагрев влажного воздуха, сушка воздухом. Циклы холодильных машин и тепловых насосов.	106	
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 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. 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, расчетных заданий, лабораторной работы, конспектов лекций**. 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. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **балльно-рейтинговый контроль, экзамен; по курсовой работе 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
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Кириллин, Владимир Алексеевич. Техническая термодинамика [Текст] : [учеб. для студентов вузов по направлению подгот. 140100 "Теплоэнергетика"] / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. 5-е изд., перераб. и доп. М.: МЭИ, 2008. - 495 с. ISBN 978-5-383-00263-6. Экземпляры: всего 29.	29
2.	Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2015. - 566 с. ISBN 978-5-9916-4017-6. Экземпляры: всего 50.	50
3.	Сборник задач по технической термодинамике [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям "Теплоэнергетика" и "Техн. физика" / Т. Н. Андрианова, Б. В. Дзампов, В. Н. Зубарев и др. М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 351 с. ISBN 5-7046-0634-2. Экземпляры: всего 21.	21
4.	Хлебников, Валерий Алексеевич. Техническая термодинамика [Текст] : лаб. практикум / В. А.	44

	Хлебников, А. В. Маряшев. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. - 114 с. Экземпляры: всего 44.	
5.	Александров, Алексей Александрович. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара [Текст] : справочник : рек. Гос. службой стандарт. справ. данных ГСССД Р-776-98 / А. А. Александров, Б. А. Григорьев. М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 158 с. ISBN 5-7046-0397-1. Экземпляры: всего 33.	33
6.	Александров, Алексей Александрович. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Теплоэнергетика"] / А. А. Александров. 2-е изд., стер. М.: МЭИ, 2006. - 157 с. ISBN 5-903072-60-7. Экземпляры: всего 11.	11
7.	Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] / Цирельман Н. М. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 352 с. ISBN 978-5-8114-8522-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/176665">https://e.lanbook.com/book/176665</a>
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
3.	Издательство Springer (SpringerOpen)	<a href="https://www.springeropen.com">https://www.springeropen.com</a>
4.	Издательство Elsevier	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
5.	Издательство SpringerNature	<a href="https://www.nature.com/">https://www.nature.com/</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</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)	Автоматизир.система учета АСУРТВ (1), Ампервольтметр Ц-387 (1), Дискретный ввод (счетчики) 8каналов (1), Дискретный выход с ШИМ 8каналов (1), Клапан ДУ 50 (1), КОМПЛЕКС Д/ИЗМ ДАВЛ (3), Лабораторная установка "Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе" АК-01-2 (1), Лабораторная	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,

		<p>установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), ЛОМИКОНТ (1), Макет мобильной газотурбинной электростанции в масштабе 1:87 (1), Макет тепловой электростанции с турбогенераторами (1), Модуль аналогового ввода 16разрядный 16каналов (2), Модуль аналогового ввода 16разрядный 8каналов (1), Накладные датчики КУРСВ-010М (2), Низкотемпературный прилавок ПХН-0,28 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (1), Плоттер HP Design Jet 430 (1), ПРИБОР ИТВ-3М (1), ПРИБОР ФЩЛ 501-13 (1), Принтер Canon LBP 1120 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Расходомер ЭРСВ410 Ду=32 (2), Релейный выход 8каналов (1), Сенсорный управляющий экран ТРС-2006 (1), Система автоматизации реального времени (1), Сканер Epson 2400 (1), Соединительный узел с FP-SB-11/778618-11 (7), Стеллаж 1420*950*500 (1), Тепловычислитель ТРСВ-030 (1), Терморегулятор С5М1"Электроника" (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автоматика систем теплоснабжения и вентиляции" АТГСВ-16-11ЛР-01 (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автономная автоматизированная система отопления" АСО-05 (1), Ультразвуковой расходомер УРСВ-010 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Шкаф ШХ-0.40МС (1), Экран на треноге 150*150 (2), Экран на штативе 180x180 MW (1), Элеватор ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)</p>	Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	255 (I)	<p>Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)</p>	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
3.	121 (I)	Ампервольтметр Ф-30 (1), Аппарат для резки Мультиплаз- 3500 (1), Газоанализатор АНКAT 7664 (1), Заправочное устройство КФПТ 1-10 (1), Комплект кодотанспор.по курсу те (1), Комплект пирометриста Шанс-01 (1), Комплект расходомерриста Лебедь КР-01 (1), Комплект расходомерриста Лебедь КР-02 (1), Компл-т кодотанспор.по тех термод (1), Компьютер RAMEC GALE Custom i3-3200/4ГБ/ монитор LCD 21.5", клавиат.,мышь (15), МФУ Canon MF -4410 (1), Ноутбук Easynote TE 11 HC (1), ПК (сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (3), Плата аналого- цифрового преобразования USB- 6008 12 -bit (3), Прибор расходомер ультразвуковой "Взлет ПР" с толщиномером"Взлет УТ" (1), Принтер HP LaserJet Pro 400 M401a (1), Принтер Samsung ML-1615 (1), Принтер цветной Canon I-Sensys LBP7100Cn (1), Проектор Acer P1220 DLP 3 D 2700 LUMENS XGA 3000 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Сварочный аппарат Brima Mars 205 (1), Сварочный аппарат Telwin Digital Modular 230 (1), Сварочный аппарат ТОРУС 255 (1), Стенд рекламно-информационный 100x100 (3), Термометр электронный ТЭН-5 (2), УСТАНОВКА ИЗ ТЕПЛОПР (1), УСТАНОВКА ИЗУЧ.ТЕПЛ. (1), УСТАНОВКА ТП-003 (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

	УСТАНОВКА ТП-005 (1), УСТАНОВКА ТП-011 (1), Установка ФПТ 1-3 (1), Установка ФНТ 1-1 (1), Установка ФПТ 1-10 (1), Установка ФПТ 1-8 (1), Установка ФПТ-12 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ- ТЖ-ТС 01/26-100 (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. 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.

##Placeholder:RichTextField:SessionControlTicketExample##

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

##Placeholder:RichTextField:SessionControlTestFond##

## Раздел 9. ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Программа переутверждена на заседании учебно-методической комиссии _____ (назв. факультета (института)) протокол № _____ от “ _____ ” _____ 20 _____ г.	Программа переутверждена на заседании кафедры _____ (название кафедры) протокол № _____ от “ _____ ” _____ 20 _____ г.
_____ (подпись, Ф.И.О. председателя)	_____ (подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой )