

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

30.06.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.12 Тепломассообменное оборудование предприятий

*(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 4, 5

Семестр 7, 8, 9

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	6	часов
Лабораторные работы	8	часов
Практические занятия	8	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	22	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	8	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	230	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	9	семестр
Зачет	8	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"

05.03.2021	протокол №	6
(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 01.07.2021 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. 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> Знает подходы сбора и анализа информационных исходных данных для проектирования <b>умения:</b> Умеет собирать и анализировать информационные исходные данные для проектирования <b>навыки:</b> Владеет навыками сбора и анализа информационных исходных данных для проектирования
	ПК-4.2 Расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<b>знания:</b> Знает основы расчета и проектирования деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования <b>умения:</b> Умеет рассчитывать и проектировать детали и узлы в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования <b>навыки:</b> Владеет навыками расчета и проектирования деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования
	ПК-4.3 участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	<b>знания:</b> Знает основы проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений <b>умения:</b> Умеет проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений <b>навыки:</b> Владеет навыками проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений
2. ПК-5 Готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	ПК -5.1 Участвует в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции	<b>знания:</b> Знает основы реализации технологических процессов в ходе подготовки производства продукции <b>умения:</b> Умеет осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства продукции <b>навыки:</b> Владеет навыками реализации технологических процессов в ходе подготовки производства продукции

	ПК -5.2 Контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии	<b>знания:</b> Знает нормы расхода топлива и всех видов энергии <b>умения:</b> Умеет контролировать нормы расхода топлива и всех видов энергии <b>навыки:</b> Владеет навыками контроля соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии
--	---	--

## 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 дисциплин: Нагнетатели и тепловые двигатели (ПК-4), Конструирование теплотехнического оборудования (ПК-4), Источники и системы теплоснабжения (ПК-4), Нагнетатели и тепловые двигатели (ПК-5)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-4), Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-5); практиках: Преддипломная практика (ПК-4), Преддипломная практика (ПК-5); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-5)

## 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, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, мини-проекты

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основные виды и классификация теплообменного оборудования. Теплоносители, их свойства, область применения</b>	<b>72</b>	ПК-4, ПК-5
Лекция. Основные виды и классификация теплообменного оборудования. Теплопередающие и теплоиспользующие установки.	2	
Практическое занятие. Конструкции теплообменного оборудования. Классификация теплообменного оборудования. Изучение свойств и характеристик теплоносителей	2	
Лабораторная работа. Исследование тепломассообменных характеристик теплового насоса	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Составление глоссария терминов и словосочетаний, построение основных схем и диаграмм по темам раздела, написание реферата, подготовка к практическим занятиям, повторение лекционного материала. Работа на электронном курсе.	66	
Иная контактная работа: консультации	0	

### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Теплообменные аппараты</b>	<b>22</b>	ПК-4, ПК-5
Лекция. Рекуперативные теплообменные аппараты. Регенеративные теплообменные аппараты. Смесительные теплообменные аппараты.	2	
Лабораторная работа. Исследование характеристик холодильной установки. Исследование работы кондиционера	4	
Практическое занятие. Особенности расчета аппаратов	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Составление глоссария терминов и словосочетаний, построение основных схем и диаграмм по темам раздела, написание реферата, подготовка к практическим занятиям, повторение лекционного материала. Работа на электронном курсе.	14	
выполнение курсового проекта/работы	50	
Иная контактная работа: консультации, защита курсового проекта/работы	0	

### 9 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Тепломассообменные аппараты для технологических процессов</b>	<b>108</b>	ПК-4, ПК-5
Лекция. Выпарные, опреснительные и кристаллизационные установки. Сушильные установки. Основы подбора и расчета основного и вспомогательного оборудования	2	
Практическое занятие. Особенности расчета аппаратов	4	
Лабораторная работа. Исследование тепловых характеристик низкотемпературного прилавка ПХН-0,28	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Составление глоссария терминов и словосочетаний, построение основных схем и диаграмм по темам раздела, написание реферата, подготовка к практическим занятиям, повторение лекционного материала. Работа на электронном курсе.	100	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, консультации	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. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом практического (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, лабораторных работ.

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

## 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.	Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий [Текст] : [учеб. пособие для студентов специальности "Пром. теплоэнергетика" / Ф. Р. Габитов и др.]; М-во образования и науки РФ, ГОУВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. - 23 с. Экземпляры: всего 45.	45
2.	Тепломассообменное оборудование предприятий [Текст] : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности "Пром. теплоэнергетика", бакалавров и магистрантов направления "Теплоэнергетика и теплотехника" / ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т"; [сост. : А. В. Маряшев, В. А. Хлебников]. Йошкар-Ола:	61 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Marjashev_Teplomassoo bmennoe_oborudovanie_pred prijatij.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Marjashev_Teplomassoo bmennoe_oborudovanie_pred prijatij.pdf</a>

	МарГТУ, 2012. - 46 с. Экземпляры: всего 61.	
3.	Цветков, Федор Федотович. Тепломассообмен [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Теплоэнергетика"] / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. [Изд. перераб. и доп.]. Москва: Изд. дом МЭИ, 2011. - 558, [1] с. ISBN 978-5-383-00563-7. Экземпляры:	49
4.	Дерюгин, В. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] / Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 240 с. ISBN 978-5-507-44506-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/233282">https://e.lanbook.com/book/233282</a>
5.	Лыков, Алексей Васильевич. Тепломассообмен [Текст] : справочник / А. В. Лыков. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Энергия, 1978. - 479 с. Экземпляры: всего 16.	16
6.	Выпарные установки [Текст] : учебное пособие / [Ф. Р. Габитов и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО «Поволж. гос. технол. ун-т». Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 292 с. ISBN 978-5-8158-1441-7. Экземпляры: всего 38.	38
7.	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. Кн. 2 : Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / [А. А. Александров, Б. С. Белосельский, А. Г. Вайнштейн и др.], 2001. - 561 с. ISBN 5-7046-0512-5. Экземпляры: всего 5.	5
8.	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / [Б. Г. Борисов, К. Б. Борисов, В. М. Бродянский и др.], 2004. - 630 с. ISBN 5-7046-0514-1. Экземпляры: всего 6.	6
9.	Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент [Текст] : справочник / [Е. В. Аметистов, В. А. Григорьев, Б. Т. Емцев и др.] ; под общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. Москва: Энергоиздат, 1982. - 510 с. Экземпляры: всего 9.	9
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>
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)	Клапан ДУ 50 (1), КОМПЛЕКС Д/ИЗМ ДАВЛ (3), Лабораторная установка "Автоматизированный	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система

	тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), Низкотемпературный прилавок ПХН-0,28 (1), ПРИБОР ИТВ-3М (1), ПРИБОР ФЩЛ 501-13 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Расходомер ЭРСВ410 Ду=32 (2), 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), Элеватор ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)	"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,	отлично



	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	
--	---	--

### 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.

№1

Теплообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется теплообмен между:

- а) плоскими поверхностями;
- б) подвижными средами;
- в) твердыми телами;
- г) концентрическими поверхностями;

№2

Теплота в теплообменном аппарате передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую их поверхность, если тип аппарата – .....

№3

Греющий и нагреваемый теплоносители поочередно омывают одну и ту же теплообменную поверхность (насадку), если тип теплообменного аппарата – .....

№4

Теплота передается при частичном или полном перемешивании теплоносителей, если тип теплообменного аппарата – .....

№5

Перенос теплоты в теплообменном аппарате может осуществляться:

- а) конвекцией;
- б) диффузией;
- в) сорбцией;
- г) излучением;
- д) десорбцией;

е) теплопроводностью;

г) сублимацией;

№6

Процесс передачи теплоты от теплоносителя к поверхности теплообмена .....

.

№7

Процесс переноса теплоты от греющего теплоносителя к нагреваемому через разделяющую их теплообменную поверхность – .....

№8

Способ переноса теплоты от одной твердой поверхности к другой, если пространство между ними вакуумировано – ..... ..

№9

Движущей силой теплообмена является разность:

а) температур

б) давлений

в) концентраций

г) плотностей

№10

Количество теплоты, проходящее в единицу времени через изотермическую поверхность – ..... ..

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

*Перечень вопросов для промежуточной аттестации для оценки порогового уровня:*

1. Общие сведения о нагревании, охлаждении и конденсации
2. Конструкции теплообменных аппаратов
3. Выпаривание. Общие положения
4. Однокорпусные выпарные установки
5. Многокорпусная прямоточная выпарная установка. Кристаллизация. Способы кристаллизации
6. Абсорбция. Равновесие при абсорбции
7. Перегонка жидкостей
8. Ректификация
9. Адсорбция. Общие сведения
10. Характеристики адсорбентов и их виды

*Перечень вопросов для промежуточной аттестации для оценки продвинутого уровня:*

1. Сравнительная характеристика теплоносителей для нагрева (вода, пар, минеральные масла, органические жидкости, соли, жидкие металлы)
2. Материальный и тепловой балансы выпарной установки
3. Сравнительный анализ выпарных установок
4. Схемы адсорбции
5. Температурное поле
6. Температурный градиент
7. Сравнительная характеристика теплообменных аппаратов
8. Основные положения теплового расчета теплообменников
9. Конструктивный расчет теплообменника
10. Поверочный расчет теплообменного аппарата

*Перечень вопросов для промежуточной аттестации для оценки высокого уровня:*

1. Коэффициент теплопроводности
2. Дифференциальное уравнение теплопроводности
3. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов.
4. Расчет теплообменных аппаратов на прочность.
5. Конденсационные устройства.
6. Конденсатоотводчики.
7. Коэффициенты совершенства теплоиспользующих установок.
8. Значение холодильной техники и способы получения искусственного холода.
9. Компрессионные холодильные установки.
10. Абсорбционные холодильные установки.
11. Пароэжекторные холодильные установки.
12. Вихревые трубы.
13. Компрессия низкопотенциального природного тепла. Тепловые насосы.
14. Компрессия пара низкого давления. Трансформаторы теплоты и их сравнительная оценка.
15. Применение трансформаторов теплоты и тепловых насосов в промышленности