

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.10 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 3, 4

Семестр 6, 7, 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	14	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	14	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	32	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	7	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	220	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	8	семестр
Зачет	7	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 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"

(наименование кафедры)	
24.01.2024	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	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 12.03.2024 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 практик: Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих 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, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

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

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6 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	
Лекция. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия (рекуперативные, регенеративные, смешительные).	2	
Лекция. Теплоносители, их свойства и характеристики.	2	
Практическое занятие. Конструкции теплообменного оборудования. Классификация теплообменного оборудования. Изучение свойств и характеристик теплоносителей	6	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Составление конспектов по темам раздела, подготовка к практическим занятиям, повторение лекционного материала. Работа на электронном курсе.	60	
Иная контактная работа: консультации	0	

#### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Теплообменные аппараты</b>	<b>52</b>	ПК-4, ПК-5
Лекция. Рекуперативные теплообменные аппараты	2	
Практическое занятие. Конструкции, конструктивный, тепловой, гидравлический и поверочный расчеты	4	
Лекция. Регенеративные теплообменные аппараты	2	
Лекция. Смесительные теплообменные аппараты	2	
Лабораторная работа. Исследование тепломассообменных характеристик теплового насоса	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Работа на электронном курсе. Выполнение курсового проекта. выполнение курсового проекта/работы	38 20	
Иная контактная работа: защита курсового проекта/работы, консультации, зачет	0	

#### 8 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	2	
Практическое занятие. Расчет тепломассообменных аппаратов для технологических процессов	4	
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.	102	
Иная контактная работа: 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, контрольных работ. Контрольная работа выполняется по пройденным темам, заданию выдаются преподавателем. Также контрольная работа может быть организована с помощью образовательного портала в формате тестирования. 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, имеющихся 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: МарГТУ, 2012. - 46 с. Экземпляры: всего 55.	55 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Marjashev_Teplomassobmennoe_oborudovanie_predpriyatij.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Marjashev_Teplomassobmennoe_oborudovanie_predpriyatij.pdf</a>
3.	Цветков, Федор Федотович. Тепломассообмен [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Теплоэнергетика"] / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев.	49

	перераб. и доп.]. Москва: Изд. дом МЭИ, 2011. - 558, [1] с. ISBN 978-5-383-00563-7. Экземпляры: всего 49.	
4.	Лыков, Алексей Васильевич. Тепломассообмен [Текст] : справочник / А. В. Лыков. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Энергия, 1978. - 479 с. Экземпляры: всего 16.	16
5.	Дерюгин, В. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М.; Дерюгин В. В., Уляшева В. М. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 240 с. ISBN 978-5-507-46436-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/310160">https://e.lanbook.com/book/310160</a>
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.	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/263066">https://e.lanbook.com/book/263066</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>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
2.	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 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	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

	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)	
--	--	--

## 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.

Экзаменационный билет №0

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

Заведующий кафедрой ЭП

№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 в форме зачета:*

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

*Перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме экзамена:*

- 1. Сравнительная характеристика теплоносителей для нагревания (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