

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

21.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.13 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
Семестр 7, 8

Распределение учебного времени

| | | |
|---|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 288 / 8 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 24 | часов |
| Лабораторные работы | 36 | часов |
| Практические занятия | 44 | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 104 | часов |
| Контактная работа по экзамену | 6 | часов |
| Курсовой проект (работа) | 7 | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 148 | 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:

| | | | |
|---|-----------|-------------|----------------|
| 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 01.03.2023 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-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 | знания: Знает подходы сбора и анализа информационных исходных данных для проектирования умения: Умеет собирать и анализировать информационные исходные данные для проектирования навыки: 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 | знания: Знает основы расчета и проектирования деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования умения: Умеет рассчитывать и проектировать детали и узлы в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования навыки: 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 | знания: Знает основы проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений умения: Умеет проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений навыки: 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 | знания: Знает основы реализации технологических процессов в ходе подготовки производства продукции умения: Умеет осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства продукции навыки: Владеет навыками реализации технологических процессов в ходе подготовки производства продукции |

| | | |
|--|---|--|
| | ПК -5.2 Контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии | знания: Знает нормы расхода топлива и всех видов энергии умения: Умеет контролировать нормы расхода топлива и всех видов энергии навыки: 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); практик: Производственная практика. Технологическая практика (рассредоточенная) (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, 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

7 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Проектирование и расчет теплообменного оборудования | 52 | ПК-4, ПК-5 |
| Практическое занятие. Конструкции теплообменного оборудования. Классификация теплообменного оборудования. Изучение свойств и характеристик теплоносителей | 10 | |
| Практическое занятие. Конструкции, конструктивный, тепловой, гидравлический и поверочный расчеты | 12 | |
| Практическое занятие. Расчет теплообменных аппаратов для технологических процессов | 10 | |

| | | |
|---|----------|--|
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, курсового проекта/работы Работа на электронном курсе. Выполнение курсового проекта. выполнение курсового проекта/работы | 20 20 | |
| Иная контактная работа: защита курсового проекта/работы, консультации, зачет, выполнение контрольной работы | 0 | |

8 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Основные виды и классификация теплообменного оборудования. Теплоносители, их свойства, область применения | 64 | 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 | |
| Лабораторная работа. Исследование тепломассообменных характеристик теплового насоса | 9 | |
| Лабораторная работа. Исследование работы кондиционера | 9 | |
| Практическое занятие. Особенности расчета аппаратов | 4 | |
| 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. | 36 | |
| Теплообменные аппараты | 57 | ПК-4, ПК-5 |
| Лекция. Рекуперативные теплообменные аппараты | 4 | |
| Лекция. Регенеративные теплообменные аппараты | 2 | |
| Лекция. Смешительные теплообменные аппараты | 2 | |
| Лабораторная работа. Исследование характеристик холодильной установки | 9 | |
| Практическое занятие. Особенности расчета аппаратов | 4 | |
| 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. | 36 | |
| Тепломассообменные аппараты для технологических процессов | 59 | ПК-4, ПК-5 |
| Лекция. Выпарные, опреснительные и кристаллизационные установки | 2 | |
| Лекция. Сушильные установки | 2 | |

| | |
|---|----|
| Лекция. Перегонные и ректификационные установки | 2 |
| Лекция. Абсорбционные и адсорбционные установки | 2 |
| Лекция. Основы подбора и расчета основного и вспомогательного оборудования | 2 |
| Лабораторная работа. Исследование тепловых характеристик низкотемпературного прилавка ПХН-0,28 | 9 |
| Практическое занятие. Особенности расчета аппаратов | 4 |
| 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. | 36 |
| 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).

Контрольная работа выполняется по пройденным темам, заданию выдаются преподавателем. Также контрольная работа может быть организована с помощью образовательного портала в формате тестирования.

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 |
|---|--|---|
| УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ | | |
| 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 / https://portal.volgatech.net/books/Marjashev_Teplomassobmennoe_oborudovanie_predpriyatij.pdf |
| 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: 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. | https://e.lanbook.com/book/310160 |
| 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. | 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), 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 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) | 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.

Экзаменационный билет №0

1. Общие сведения о нагревании, охлаждении и конденсации
2. Конструкции теплообменных аппаратов
3. Выпаривание. Общие положения

Заведующий кафедрой ЭП Медяков А. А.

№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