

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.1.2.16 Фреоновые нагревательные установки

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы
жизнеобеспечения

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Холодильная техника и технологии

Курс 4
Семестр 8

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	24	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	60	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	84	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	8	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
(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	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): Зверев Сергей Владимирович, главный инженер АО "Йошкар-Олинский
мясокомбинат"

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-1 Готов и способен участвовать в проектировании машин и аппаратов низкотемпературной техники, их деталей и узлов	ПК-1.1 Знать основы проектирования машин и аппаратов низкотемпературной техники, их деталей и узлов, в том числе с использованием программных систем компьютерного проектирования	знания: Знать основы устройства и функционирования теплонасосных установок, основы расчета процессов, схемы и элементов тепловых насосов, в том числе с использованием прикладных программных программ умения: навыки:
	ПК-1.4 Уметь проектировать машины холодильной техники с пониженным энергопотреблением	знания: умения: Уметь выполнять расчеты процессов, схемы и элементов теплонасосных установок с пониженным энергопотреблением навыки:
	ПК-1.3 Владеть навыками обеспечения эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности машин и аппаратов низкотемпературной техники	знания: умения: навыки: Владеть навыками обеспечения эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности теплонасосных установок

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Рабочие вещества холодильной техники (ПК-1), Теплообменники аппаратов холодильной техники (ПК-1), Холодильные установки (ПК-1), Теоретические основы холодильной техники (ПК-1), Основы конструирования холодильного оборудования (ПК-1), Теплоиспользующие холодильные машины (ПК-1), Электрооборудование и автоматика холодильных установок (ПК-1), Системы кондиционирования воздуха (ПК-1), Климатическая техника (ПК-1), Объемные машины и турбомашины холодильной техники (ПК-1); практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-1); государственной

итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, исследовательские, лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Особенности различных типов теплонасосных установок	50	ПК-1
Лекция. Лекция 1. Геотермальные теплонасосные установки. Лекция 2. Воздушные теплонасосные установки. Лекция 3. Теплонасосные установки использующие вторичное тепло технологического оборудования. Лекция 4. Теплонасосные установки использующие вторичное тепло зданий. Лекция 5. Особенности теплонасосных установок с различными видами теплоносителя входного и выходного контура. Лекция 6. Выбор низкопотенциального источника теплоты. Лекция 7. Свойства промежуточного теплоносителя. Выбор теплоносителя.	10	
Практическое занятие. П.З. 1. Определение потенциала различных геотермальных источников низкопотенциального тепла. П.З. 2. Определение потенциала атмосферного воздуха в качестве источника низкопотенциального тепла. П.З. 3. Определение потенциала вторичных источников тепла на производстве. П.З. 4. Определение потенциала вторичных источников тепла систем вентиляции и сточных вод. П.З. 5. Тепловой и гидравлический расчет промежуточного контура теплоносителя для передачи теплоты от источника теплоты к низкотемпературному контуру.	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Работа с рекомендованной литературой и другими источниками по темам лекционных занятий, составление и дополнение конспектов. Выполнение расчетов по темам практических занятий. Подготовка доклада.	28	
Фреоновые теплонасосные установки	47	ПК-1
Лекция. Лекция 1. Область применения различных	7	

<p>парокомпрессорных теплонасосных установок. Возможные диапазоны температур и давлений рабочего тела в одноступенчатых и многоступенчатых теплонасосных установках.</p> <p>Лекция 2. Мировой опыт применения парокомпрессорных теплонасосных установок.</p> <p>Лекция 3. Схемы и оборудование одноступенчатых и многоступенчатых парокомпрессорных теплонасосных установок.</p> <p>Лекция 4. Особенности устройства, эксплуатации и регулирования парокомпрессорных теплонасосных установок.</p> <p>Лекция 5. Выбор рабочего тела парокомпрессорного теплового насоса.</p>		
<p>Практическое занятие. П.з. 1. Выбор рабочего тела теплового насоса.</p> <p>П.з. 2. Расчет элементов контура одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.</p> <p>П.з. 3. Расчет элементов контура одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.</p> <p>П.з. 4. Подбор оборудования контура теплового насоса.</p> <p>П.з. 5. Расчет теплообменного оборудования на стороне подвода теплоты и на стороне отдачи теплоты потребителю.</p> <p>П.з. 6. Расчет промежуточных контуров теплоносителя и подбор оборудования.</p>	12	
<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение</p> <p>Работа с рекомендованной литературой и другими источниками по темам лекционных занятий, составление и дополнение конспектов.</p> <p>Выполнение расчетов по темам практических занятий.</p>	28	
Каскадные фреоновые теплонасосные установки	47	ПК-1
<p>Лекция. Лекция 1. Область применения каскадных фреоновых теплонасосных установок. Возможные диапазоны температур и давлений рабочего тела в одноступенчатых и многоступенчатых теплонасосных установках.</p> <p>Лекция 2. Мировой опыт применения каскадных фреоновых теплонасосных установок.</p> <p>Лекция 3. Схемы и оборудование каскадных фреоновых теплонасосных установок.</p> <p>Лекция 4. Особенности устройства, эксплуатации и регулирования каскадных фреоновых теплонасосных установок.</p> <p>Лекция 5. Выбор рабочих тел каскадного фреонового теплового насоса.</p>	7	
<p>Практическое занятие. П.з. 1. Выбор рабочего тела каскадных фреоновых тепловых насосов.</p> <p>П.з. 2. Расчет элементов контура каскадного фреонового теплового насоса.</p> <p>П.з. 3. Расчет элементов контура многоступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.</p> <p>П.з. 4. Подбор оборудования контура каскадного фреонового теплового насоса.</p> <p>П.з. 5. Расчет теплообменного оборудования на стороне</p>	12	

подвода теплоты и на стороне отдачи теплоты потребителю. П.з. 6. Расчет промежуточных и вспомогательных контуров теплоносителя и подбор их оборудования.		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Работа с рекомендованной литературой и другими источниками по темам лекционных занятий, составление и дополнение конспектов.		
Выполнение расчетов по темам практических занятий.	28	
Иная контактная работа:	0	

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** 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 **расчётных заданий, подготовку доклада**.

Темы для докладов согласуются с преподавателем. Для защиты доклада необходимо подготовить выступление на 5-15 минут с презентацией на 4-12 слайдов. Доклад производится на аудиторных занятиях, другие обучающиеся могут участвовать в обсуждении и задавать вопросы докладчику.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. ~~Формой промежуточной аттестации по дисциплине является~~ **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
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса [Текст] : [учебник для студентов по направлению подготовки бакалавров и магистров 151000 "Технологические машины и оборудование"] / Б. С. Бабакин [и др.] ; под ред. Ю. А. Фатыхова. Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 327 с. ISBN 978-5-8114-1435-2. Экземпляры: всего 3.	3
2.	Бабакин, Б. С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] / Бабакин Б. С., Суслов А. Э., Фатыхов Ю. А., Эрлихман В. Н. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 336 с. ISBN 978-5-8114-1435-2.	https://e.lanbook.com/book/211418
3.	Хлебников, Валерий Алексеевич. Техническая термодинамика [Текст] : лаб. практикум / В. А. Хлебников, А. В. Маряшев. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. - 114 с. Экземпляры: всего 40.	40
4.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст] : [учеб. для студентов вузов по направлению подгот. "Теплоэнергетика"] / [О. Л. Данилов и др.] ; под ред. А. В. Клименко. 2-е изд., стер. М.: МЭИ, 2011. - 422, [1] с. ISBN 978-5-383-00609-2. Экземпляры: всего 24.	24

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 Щ-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 установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), ЛОМИКОНТ	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, КОМПАС-3D V19,

		<p>(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-СВ-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>	<p>nanoCAD Инженерный ВІМ, Платформа nanoCAD, LABVIEW, Платформа nanoCAD, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный ВІМ</p>
2.	255 (I)	<p>Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)</p>	<p>Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft</p>

			Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный BIM, Платформа nanoCAD, LABVIEW, Платформа nanoCAD, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный BIM
3.	121 (I)	Комплект пирометриста Шанс-01 (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), 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), Стенд рекламно-информационный 100x100 (3), Термометр электронный ТЭН-5 (2), УСТАНОВКА ИЗ ТЕПЛОПР (1), УСТАНОВКА ИЗУЧ.ТЕПЛ. (1), УСТАНОВКА ТП-003 (1), 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)	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, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный BIM, Платформа nanoCAD, LABVIEW, Платформа nanoCAD, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный BIM

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	Зачтено

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.

1. Если q_1 - отводимая от рабочего тела цикла теплота, а q_2 - подводимая теплота, то каким выражением определяется коэффициент преобразования теплового насоса?

а) $q_1/(q_1 - q_2)$

б) $1 - q_2/q_1$

в) q_2/q_1

с) $(q_2 - q_1)/q_2$

2. Если тепловая мощность испарителя парокомпрессорного теплового насоса равна 3 кВт, а мощность компрессора 1 кВт, то тепловая мощность конденсатора равна

а) 4

кВт

б)

2

кВт

в) 3 кВт

с) 1 кВт

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Геотермальные теплонасосные установки.

Воздушные теплонасосные установки.

Теплонасосные установки использующие вторичное тепло технологического оборудования.

Теплонасосные установки использующие вторичное тепло зданий.

Особенности теплонасосных установок с различными видами теплоносителя входного и выходного контура.

Выбор низкопотенциального источника теплоты.

Свойства промежуточного теплоносителя.

Выбор теплоносителя.

Область применения различных парокомпрессорных теплонасосных установок.

Возможные диапазоны температур и давлений рабочего тела в одноступенчатых и многоступенчатых теплонасосных установках.

Мировой опыт применения парокомпрессорных теплонасосных установок.

Схемы и оборудование одноступенчатых парокомпрессорных теплонасосных установок.

Схемы и оборудование многоступенчатых парокомпрессорных теплонасосных установок.

Особенности устройства, эксплуатации и регулирования одноступенчатых парокомпрессорных теплонасосных установок.

Особенности устройства, эксплуатации и регулирования многоступенчатых парокомпрессорных теплонасосных установок.

Выбор рабочего тела парокомпрессорного теплового насоса.

Свойства веществ и смесей, используемых в промежуточных и вспомогательных контурах теплонасосных установок.