МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04.03 «Холодильные установки промышленных предприятий»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2026

Б1.В.04.03 «Холодильные установки промышленных предприятий»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук	Р.Р Еникеев
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.В. Еремин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.С. Горшенин, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 7
4.3 Содержание практических занятий 8
4.4. Содержание самостоятельной работы 8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 8
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 9
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 9
9. Методические материалы 9
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	ПК-4.1 Знать: Номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов	Уметь Номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов
		ПК-4.2 Уметь: Работать с текстовыми редакторами, графическими программами	Знать Работать с текстовыми редакторами, графическими программами
		ПК-4.3 Владеть: Расчетом тепловых и материальных балансов по тепловой схеме	Знать Расчетом тепловых и материальных балансов по тепловой схеме
	ПК-7 Способен обеспечивать выполнение работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханического оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения	ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	Знать Программные средства для расчета теплового оборудования
		ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	Уметь Применять программные средства для расчета теплового оборудования
		ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	Владеть Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств

	ПК-8 Способен выполнять работы по эксплуатации тепломеханического оборудования турбинного отделения атомной электростанции	ПК-8.1 Знать: Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей	Знать Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей
		ПК-8.2 Уметь: Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных	Уметь Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных
		ПК-8.3 Владеть: Способами оформления расчетов и составление пояснительной записки	Владеть Способами оформления расчетов и составление пояснительной записки

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-4			Оптимизация конструкций теплоэнергетического оборудования; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Производственная практика: проектная практика

ПК-7		Автономные источники теплоснабжения; Анализ нормативной документации в проектной деятельности	Газовое топливо и основы его сжигания; Газовоздухоснабжение промышленных предприятий; Источники паротеплоснабжения промышленных предприятий; Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках; Отопление, вентиляция и кондиционирование промышленных предприятий; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Производственная практика: эксплуатационная практика; Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики; Тепломассообменные процессы и аппараты промышленных предприятий; Теплотехнические исследования и наладка теплогенерирующих установок
ПК-8			Отопление, вентиляция и кондиционирование промышленных предприятий; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Производственная практика: проектная практика; Тепломассообменные процессы и аппараты промышленных предприятий

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	4 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	16	16
Лабораторные работы	4	4
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	85	85

подготовка к практическим занятиям	85	85
Контроль	4	4
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Трансформация теплоты	4	4	8	85	101
	КСР	0	0	0	0	3
	Контроль	0	0	0	0	4
	Итого	4	4	8	85	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				
1	Трансформация теплоты	Основы трансформации теплоты	Основы трансформации теплоты	4
			Итого за семестр:	**4**
			Итого:	**4**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				
1	Трансформация теплоты	Основы трансформации теплоты	Основы трансформации теплоты	4
			Итого за семестр:	**4**

Итого:	**4**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				
1	Трансформация теплоты	Основы трансформации теплоты	Основы трансформации теплоты	4
2	Трансформация теплоты	Основы трансформации теплоты	Термодинамические циклы	2
3	Трансформация теплоты	Основы трансформации теплоты	Диаграммы состояния	2
			Итого за семестр:	**8**
			Итого:	**8**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
4 семестр			
Трансформация теплоты	подготовка к практическим занятиям	подготовка к практическим занятиям	85
		Итого за семестр:	**85**
		Итого:	**85**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
1	Пащенко, Д.И. Трансформация теплоты : лаборатор. практикум / Д. И. Пащенко; Самар.гос.техн.ун-т, Промышленная теплоэнергетика.- Самара, 2017.- 72 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2772	Электронный ресурс
Основная литература		

2	Пащенко, Д.И. Теплотехнологические комплексы и безотходные системы : учеб. пособие / Д. И. Пащенко; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2012.- 110 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	ansys	ansys (Отечественный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	-	http://pmg.org.ru/nehe/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия
Лекционные занятия
Практические занятия
Практические занятия
Лабораторные занятия
Лабораторные занятия
Самостоятельная работа
Самостоятельная работа

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения

лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося

в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04.03 «Холодильные установки промышленных предприятий»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.04.03 «Холодильные установки промышленных предприятий»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-4 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	ПК-4.1 Знать: Номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов	Уметь Номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов
		ПК-4.2 Уметь: Работать с текстовыми редакторами, графическими программами	Знать Работать с текстовыми редакторами, графическими программами
		ПК-4.3 Владеть: Расчетом тепловых и материальных балансов по тепловой схеме	Знать Расчетом тепловых и материальных балансов по тепловой схеме
	ПК-7 Способен обеспечивать выполнение работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханического оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения	ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	Знать Программные средства для расчета теплового оборудования
		ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	Уметь Применять программные средства для расчета теплового оборудования
		ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	Владеть Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств

	ПК-8 Способен выполнять работы по эксплуатации тепломеханического оборудования турбинного отделения атомной электростанции	ПК-8.1 Знать: Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей	Знать Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей
		ПК-8.2 Уметь: Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных	Уметь Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных
		ПК-8.3 Владеть: Способами оформления расчетов и составление пояснительной записки	Владеть Способами оформления расчетов и составление пояснительной записки

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Трансформация теплоты				
ПК-4.1 Знать: Номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов	**Уметь** Номенклатуру и технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов	-	Да	Нет
ПК-4.2 Уметь: Работать с текстовыми редакторами, графическими программами	**Знать** Работать с текстовыми редакторами, графическими программами	-	Да	Нет
ПК-4.3 Владеть: Расчетом тепловых и материальных балансов по тепловой схеме	**Знать** Расчетом тепловых и материальных балансов по тепловой схеме	-	Да	Нет
ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	**Знать** Программные средства для расчета теплового оборудования	-	Да	Нет
ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	**Уметь** Применять программные средства для расчета теплового оборудования	-	Да	Нет
ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	**Владеть** Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	-	Да	Нет

ПК-8.1 Знать: Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей	**Знать** Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей	-	Да	Нет
ПК-8.2 Уметь: Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных	**Уметь** Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных	-	Да	Нет
ПК-8.3 Владеть: Способами оформления расчетов и составление пояснительной записки	**Владеть** Способами оформления расчетов и составление пояснительной записки	-	Да	Нет

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Семестр 6

Темы докладов, примерные

1. Области применения искусственного холода в промышленности: от пищевых производств до строительства и медицины.
2. Сравнительный анализ парокомпрессионных, абсорбционных и воздушных холодильных машин (достоинства, недостатки, ниши применения).
3. Хладагенты третьего поколения: переход на озонобезопасные вещества с низким ПГП (потенциалом глобального потепления).
4. Компрессоры для промышленного холода: сравнительный анализ поршневых, винтовых и спиральных машин.
5. Теплообменное оборудование: конструкция и особенности эксплуатации кожухотрубных, пластинчатых и воздушных конденсаторов и испарителей.
6. Терморегулирующая аппаратура: назначение, типы (ТРВ, ЭРВ) и принцип работы.
7. Системы оттайки снеговой шубы с воздухоохладителей (электрическая, горячим газом, водяная).
8. Вспомогательное оборудование холодильных машин: линейные ресиверы, маслоотделители, фильтры-осушители, их роль и устройство.
9. Схемы непосредственного охлаждения и охлаждения с промежуточным хладоносителем (рассолы): сравнительный анализ и области применения.
10. Двухступенчатые холодильные машины: когда они необходимы и как повышают эффективность работы при низких температурах.
11. Каскадные холодильные установки для получения сверхнизких температур.
12. Диагностика неисправностей холодильных установок по параметрам работы (температура, давление, перегрев/переохлаждение).
13. Автоматизация промышленных холодильных установок: датчики, контроллеры и системы управления.
14. Энергоэффективность холодильных систем: методы учета электроэнергии и способы снижения потребления (частотное регулирование, утилизация тепла конденсации).
15. Холодильные установки для ледовых арен и катков: особенности проектирования и подбора оборудования.

Типовые вопросы для письменного опроса

1. Каково назначение холодильных установок в технологических процессах промышленных предприятий и какие отрасли промышленности являются основными потребителями искусственного холода.
2. В чем заключается принцип действия парокомпрессионной холодильной машины и из каких основных элементов (компрессор, конденсатор, ТРВ, испаритель) состоит ее замкнутый цикл.
3. Какую функцию выполняет компрессор в холодильном цикле и какие параметры хладагента (давление, температура) изменяются при его работе.
4. Для чего предназначен конденсатор и какие агрегатные состояния хладагента на входе в него и на выходе из него. Каково назначение терморегулирующего вентиля (ТРВ), на какой параметр он реагирует и что происходит с хладагентом в процессе дросселирования.
5. Какую роль выполняет испаритель в холодильной машине и за счет чего в нем происходит поглощение тепла из охлаждаемой среды.
6. Что понимают под холодильным коэффициентом и как он характеризует энергетическую эффективность работы холодильной машины.
7. Какой параметр называется удельной массовой холодопроизводительностью и в каких единицах он измеряется.
8. Какие современные хладагенты используются в промышленных холодильных установках и какие требования предъявляются к ним с точки зрения экологии (озонобезопасность, потенциал глобального потепления).
9. Чем аммиак (R717) как хладагент отличается от фреонов по термодинамическим свойствам и по условиям безопасности эксплуатации.
10. Что такое перегрев пара на всасывании в компрессор и для чего он необходим.

11. Что такое переохлаждение жидкого хладагента перед ТРВ и как оно влияет на эффективность работы холодильной установки.
12. По каким конструктивным признакам классифицируются холодильные компрессоры (поршневые, винтовые, спиральные, центробежные).
13. Опишите устройство и принцип действия поршневого холодильного компрессора, назовите его основные узлы (цилиндры, поршни, клапаны, коленчатый вал).
14. В чем заключается принцип действия винтового компрессора и каковы его основные преимущества перед поршневым в условиях промышленного холодоснабжения.
15. Для каких областей применения целесообразно использование спиральных компрессоров и в чем особенность их конструкции.
16. Какие типы конденсаторов применяются в промышленных холодильных установках (кожухотрубные, пластинчатые, воздушные) и от чего зависит выбор того или иного типа.
17. Опишите конструкцию кожухотрубного испарителя и объясните, по какой среде (в трубах или межтрубном пространстве) движется хладагент, а по какой — хладоноситель.
18. Каково назначение вспомогательного оборудования холодильных машин: линейных ресиверов, маслоотделителей, фильтров-осушителей.
19. Для чего в системе холодильной установки необходим ресивер и какие функции он выполняет (сбор жидкого хладагента, компенсация колебаний нагрузки).
20. Почему необходимо отделять масло от хладагента и как устроен маслоотделитель.
21. Какие последствия вызывает попадание влаги в контур холодильной машины и для чего служит фильтр-осушитель.
22. Что такое оттайка снеговой шубы, почему она необходима для нормальной работы воздухоохладителей и какие способы оттайки (электрический, горячим газом, водой) существуют.
23. Чем отличается схема непосредственного охлаждения от схемы охлаждения с промежуточным хладоносителем (рассолом) и каковы области их применения.
24. В каких случаях применяются двухступенчатые холодильные машины и как промежуточное охлаждение пара между ступенями сжатия влияет на эффективность работы при низких температурах кипения.
25. Для чего предназначены каскадные холодильные установки и за счет чего в них достигаются сверхнизкие температуры.
26. Как регулируется холодопроизводительность современных компрессоров (частотное регулирование, золотниковое регулирование, байпасирование).
27. Какими методами можно повысить энергоэффективность работы промышленной холодильной установки (утилизация тепла конденсации, частотный привод, оптимизация температуры конденсации).
28. Какие неисправности в работе холодильной установки можно диагностировать по аномальным значениям температур и давлений (низкое давление всасывания, высокое давление нагнетания, недостаточный перегрев).
29. К каким последствиям может привести попадание жидкого хладагента в полость цилиндров поршневого компрессора (гидравлический удар).
30. Что понимают под рабочей точкой холодильной установки и как она устанавливается при совместной работе компрессора и теплообменных аппаратов.
31. Какие параметры контролируются системами автоматики для обеспечения безопасной эксплуатации холодильной установки.
32. Назовите особенности эксплуатации аммиачных холодильных установок и требования к безопасности персонала при работе с аммиаком.

Индивидуальное задание для самостоятельной работы

Целью выполнения задания является получение навыков подбора промышленного холодильного оборудования и оценки его эффективности.

Отчет должен включать следующие разделы:

1. Введение

Формулируется цель работы, анализируются основные задачи. Предоставляется обзор фирмы-изготовителя (по материалам интернет сайта компании), обосновывается выбор в пользу данного производителя.

2. Подбор холодильной установки

Согласно индивидуального технического задания, осуществляется выбор конкретной серии / типоразмера установки; приводятся основные технические характеристики, отличительные особенности и преимущества конкретной установки.

3. Оценка режима работы холодильной установки

Для используемого в выбранной холодильной установке хладагента приводится диаграмма в координатах P – I вместе с рабочим циклом холодильной установки. Рассчитывается эффективный холодильный коэффициент.

4. Заключение

Делается вывод по результатам проделанной работы; дается оценка выбранного устройства на соответствие техническому заданию.

5. Приложение

Габаритный чертеж выбранной холодильной установки.

Примерные варианты

Вариант	Температура воды на входе, гр. С	Температура воды на выходе, гр. С	Расход воды, м3/ч
1	35	5	9
2	30	10	22
3	25	5	35
4	40	15	35
5	30	5	50
6	35	10	70
7	30	5	4
8	25	10	11
9	25	5	3
10	35	10	25

Примерные задачи для контрольной работы

1. Определить температуру воздуха после адиабатного сжатия в компрессоре, если известно, что сжимается атмосферный воздух с начальной температурой -10°С, а степень сжатия в компрессоре равна 5.
2. Адиабатное расширение природного газа с давлением 10 бар и температурой 40°С приводит к его охлаждению. Определить температуру газа если известно, что расширение происходит до давления 3 атм. Показатель адиабаты для природного газа 1.32.
3. Определить температуру воздуха после сжатия в компрессоре, если известно, что сжимается атмосферный воздух с начальной температурой -10°С, коэффициент полезного действия компрессора 0.73, а степень сжатия в компрессоре равна 4.
4. Определить удельное количество теплоты, выделившееся при сжатии атмосферного воздуха с начальной температурой -10°С, коэффициент полезного действия компрессора 0.73, а степень сжатия в компрессоре равна 4.
5. Построить термодинамический цикл парокомпрессионной холодильной установки, если известно что: давление в конденсаторе 10 атм, давление в испарителе 0.5 атм, КПД компрессора 0.72
6. Построить термодинамический цикл парокомпрессионной холодильной установки, если известно что: давление в конденсаторе 10 атм, давление в испарителе 0.5 атм, КПД компрессора 0.72, если известно, что после конденсатора хладоагент переохлаждается в теплообменнике дополнительно на 5 градусов.
7. Определить на сколько изменится удельная холодопроизводительность парокомпрессионной холодильной машины если известно, что изначально ПКХМ работала без переохладителя. Исходные данные для расчета:
8. Давление в конденсаторе 10 атм, давление в испарителе 0.3 атм, кпд компрессора 0.8, температура после переохладителя на 7 градусов ниже температуры конденсации.
9. Определить насколько изменится температура хладоагента R-134 если кпд компрессора уменьшится с 0,9 до 0,65 при следующих исходных данных: Давление в конденсаторе 10 атм, давление в испарителе 0.3 атм

2.2. Формы промежуточной аттестации

Семестр 6

Типовые вопросы для подготовки к экзамену

1. Роль и значение искусственного холода в промышленности. Основные области применения холодильных установок на промышленных предприятиях.
2. Классификация холодильных машин и установок по принципу действия, по назначению, по типу хладагента.
3. Термодинамические основы получения искусственного холода. Обратный цикл Карно и его особенности.
4. Теоретический цикл парокомпрессионной холодильной машины. Изображение цикла в термодинамических диаграммах (T-s, lg P-h).
5. Действительный цикл парокомпрессионной холодильной машины. Отличия от теоретического цикла, основные потери.
6. Холодильные агенты (хладагенты): классификация, требования, предъявляемые к ним, маркировка.
7. Сравнительная характеристика распространенных хладагентов (аммиак, R134a, R404A, R717). Озонобезопасность и потенциал глобального потепления.
8. Хладоносители (рассолы): назначение, требования, типы (водные растворы солей, этиленгликоль, пропиленгликоль), области применения.
9. Компрессоры холодильных машин: классификация, принципиальные схемы, сравнительный анализ поршневых, винтовых и спиральных компрессоров.
10. Устройство и принцип действия поршневого холодильного компрессора. Индикаторная диаграмма рабочего процесса.
11. Влияние вредного пространства на производительность поршневого компрессора. Объемный коэффициент и коэффициент подачи.
12. Винтовые компрессоры: конструкция, принцип действия, особенности рабочего процесса, регулирование производительности.
13. Спиральные и ротационные компрессоры: устройство, преимущества и недостатки, область применения.
14. Центробежные компрессоры (турбокомпрессоры) в системах промышленного холодоснабжения: особенности конструкции и работы.
15. Конденсаторы: назначение, классификация (кожухотрубные, пластинчатые, воздушные, испарительные). Принцип действия и области применения.
16. Теплопередача в конденсаторах. Температурный напор, температура и давление конденсации, факторы, влияющие на них.
17. Испарители: назначение, классификация (для охлаждения жидкостей, для охлаждения воздуха). Принцип действия и конструкции.
18. Теплопередача в испарителях. Температура кипения, температурный напор, факторы, влияющие на интенсивность теплообмена.
19. Воздухоохладители: типы, конструкция, особенности эксплуатации, система сбора и отвода талой воды.
20. Терморегулирующие вентили (ТРВ): назначение, принцип действия, типы (внутреннего и внешнего выравнивания), настройка.
21. Электронные расширительные вентили (ЭРВ): преимущества перед ТРВ, принцип управления.
22. Вспомогательное оборудование холодильных установок: ресиверы (линейные, дренажные, циркуляционные), маслоотделители, маслосборники, фильтры, осушители.
23. Системы оттайки снеговой шубы с воздухоохладителей: электрическая, горячим газом, водяная. Сравнительный анализ.
24. Принципиальные схемы холодильных установок: безнасосные (непосредственного охлаждения) и насосные (циркуляционные). Их преимущества и недостатки.
25. Схемы с промежуточным хладоносителем. Выбор хладоносителя и расчет его параметров.
26. Двухступенчатые холодильные машины: необходимость применения, термодинамическая эффективность, принципиальные схемы.
27. Каскадные холодильные установки: назначение, принцип построения, области применения для сверхнизких температур.
28. Регулирование холодопроизводительности компрессоров: способы (частотное регулирование, золотниковое, байпасирование, ступенчатое), их характеристика.
29. Автоматизация холодильных установок: контролируемые параметры, датчики, контроллеры, системы защиты и сигнализации.

30. Определение рабочей точки холодильной установки. Совместная работа компрессора и теплообменных аппаратов.
31. Тепловой расчет холодильной машины: определение холодопроизводительности, нагрузки на конденсатор, мощности компрессора.
32. Подбор основного и вспомогательного оборудования холодильной установки (компрессоров, теплообменников, ресиверов) по каталогам.
33. Эксплуатация холодильных установок: пуск, остановка, обслуживание, характерные неисправности и способы их устранения.
34. Диагностика неисправностей холодильных машин по аномальным параметрам работы (температура, давление, перегрев, переохлаждение).
35. Гидравлический удар в поршневых компрессорах: причины возникновения, последствия, профилактика.
36. Влияние накипи и загрязнений на эффективность работы конденсаторов и испарителей. Методы очистки теплообменной поверхности.
37. Масляное хозяйство холодильных установок: типы масел, их совместимость с хладагентами, система смазки компрессоров.
38. Правила безопасной эксплуатации холодильных установок, работающих на аммиаке и на фреонах. Требования к персоналу и производственным помещениям.
39. Энергоэффективность промышленных холодильных установок: методы оценки, пути повышения (утилизация тепла конденсации, оптимизация режимов, частотное регулирование).
40. Современные тенденции в развитии холодильной техники: применение инверторного привода, использование природных хладагентов, микроканальные теплообменники, цифровые системы мониторинга.

Примерная структура билета

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙУНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине ***«Холодильные установки промышленных предприятий»***

1. Тепловой расчет холодильной машины: определение холодопроизводительности, нагрузки на конденсатор, мощности компрессора.
2. Подбор основного и вспомогательного оборудования холодильной установки (компрессоров, теплообменников, ресиверов) по каталогам.

Семестр 6

Составитель:
_____ Р.Р. Еникеев
«____» _____ 20__ года

Заведующий кафедрой
_____ А.В. Еремин
«____» _____ 20__ года

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.04.03 «Холодильные установки промышленных предприятий»
(шифр и наименование дисциплины)
ПТЭ

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
ПК-11 Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе и электронагреве				
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какой элемент парокомпрессионной холодильной машины отвечает за повышение давления хладагента и его температуры? а) Испаритель б) Конденсатор в) Компрессор г) Терморегулирующий вентиль (ТРВ)	в	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
2.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. В каком агрегатном состоянии находится хладагент на выходе из конденсатора (при нормальных условиях работы)? а) Перегретый пар б) Насыщенный пар в) Жидкость г) Парожидкостная смесь	в	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
3.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Каково основное назначение терморегулирующего вентиля (ТРВ) в холодильной машине? а) Повышать давление хладагента б) Дозировать подачу хладагента в испаритель в) Охлаждать компрессор г) Отделять масло от хладагента	б	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6

4.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. В испарителе холодильной машины хладагент: а) Отдает тепло охлаждаемой среде б) Поглощает тепло от охлаждаемой среды в) Сжимается и нагревается г) Дросселируется и охлаждается	б	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
5.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какой процесс происходит в компрессоре при теоретическом (идеальном) цикле? а) Изобарный б) Изохорный в) Изотермический г) Адиабатный	г	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
6.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Холодильный коэффициент (ε) для идеальной парокомпрессионной машины (обратный цикл Карно) тем выше, чем: а) Меньше разность температур между испарителем и конденсатором б) Больше разность температур между испарителем и конденсатором в) Выше температура конденсации и ниже температура кипения г) Не зависит от этих температур	а	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
7.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Что такое «переохлаждение» жидкого хладагента перед ТРВ и для чего оно необходимо? а) Нагрев жидкости для лучшего кипения; повышает давление б) Охлаждение жидкости ниже температуры конденсации; повышает эффективность цикла в) Превращение жидкости в пар; защищает компрессор г) Смешивание жидкости с маслом; улучшает смазку	б	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
8.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Какой параметр характеризует количество тепла, отведенное 1 кг хладагента в испарителе? а) Холодильный коэффициент б) Удельная массовая холодопроизводительность (q_0) в) Объемная холодопроизводительность (q_v) г) Степень сжатия в компрессоре	б	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
9.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. В каких единицах обычно измеряется холодопроизводительность промышленной холодильной установки? а) Паскали (Па) или Бары (бар) б) Литры в час (л/ч) в) Киловатты (кВт) г) Килограммы в секунду (кг/с)	в	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6
10.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Что может произойти с поршневым компрессором при попадании в него жидкого хладагента (гидравлический удар)? а) Увеличится производительность компрессора б) Улучшится смазка цилиндров в) Компрессор выйдет из строя (поломка клапанов, поршней, шатунов) г) Компрессор начнет работать более тихо и плавно	в	3. Парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ)	6

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 3, процедура оценивания реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.