



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Теплоэнергетики
_____ С.О. Гапоненко
« 30 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.06.05 Холодоснабжение технологических процессов

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность
(профиль) Энергообеспечение предприятий
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2024

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений	Доцент, к.т.н., доцент	Бальзамов Д.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра - разработчик «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	19.05.2023	12	Зав. каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Выпускающая кафедра «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	19.05.2023	12	Зав. каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Холодоснабжение технологических процессов» является изучение общих принципов, структуры и функционирования систем холодоснабжения предприятий.

Задачами дисциплины являются:

- изучение существующих систем холодоснабжения технологических процессов;
- приобретение знаний и понимания взаимосвязи системы холодоснабжения предприятия с такими системами как водоснабжение, кондиционирование, вентиляция и др. системами.
- формирование навыков анализировать существующие системы холодоснабжения, их схемы и элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;
- освоение методики технологических расчетов элементов систем холодоснабжения, подбора оборудования и экономичной эксплуатации этих систем.
- ознакомление обучающихся с тенденциями развития и совершенствования систем холодоснабжения технологических процессов в отечественной и зарубежной практике.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Теоретические основы теплотехники, Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях, Тепломассообменное оборудование предприятий.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:
 Кондиционирование и вентиляция производственных, общественных и жилых помещений, Государственная итоговая аттестация, .

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	41	41
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,94	34	34
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16
Лабораторные работы	-	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,06	74	74
Проработка учебного материала	2,06	74	74
Курсовой проект	-	0	0
Курсовая работа	-	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	0	0	0
Промежуточная аттестация:			3

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	27	27
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,39	14	14
Лекции	0,22	8	8
Практические (семинарские) занятия	0,17	6	6
Лабораторные работы	-	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,5	90	90
Проработка учебного материала	2,39	86	86
Курсовой проект	-	0	0
Курсовая работа	-	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	0,11	4	4
Промежуточная аттестация:			3

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	34	6	-	4	24	ТК1	ПК-3.1
Раздел 2	38	8	-	6	24	ТК2	ПК-3.1
Раздел 3	36	4	-	6	26	ТК3	ПК-3.1
Зачет	-				-	ОМ	ПК-3.1
ИТОГО	108	18	-	16	74		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Искусственный холод и область его применения.

Тема 1.1. Способы получения низких температур.

Тема 1.2. Классификация холодильных машин.

Тема 1.3. Рабочие вещества холодильных машин и установок.

Раздел 2. Принципиальные схемы, циклы и оборудование холодильных машин.

Тема 2.1. Принципиальные схемы и циклы одноступенчатых компрессорных холодильных машин.

Тема 2.2. Принципиальные схемы и циклы многоступенчатых холодильных машин.

Тема 2.3. Компрессоры холодильных машин.

Тема 2.4. Теплообменное оборудование холодильных машин.

Раздел 3. Схемы холодоснабжения.

Тема 3.1. Основные схемы холодоснабжения промышленных предприятий.

Тема 3.2. Абсорбционные холодильные машины. Схемы, методика расчета. Сравнительный анализ параметров работы водоаммиачной абсорбционной холодильной машины с парокомпрессионной холодильной машиной.

3.4. Тематический план практических занятий

Занятие 1. Основные расчетные зависимости при расчете парокомпрессионных холодильных машин.

Занятие 2. Определение температуры кипения и конденсации хладагента в зависимости от условий эксплуатации холодильной машины.

Занятие 3. Построение циклов одноступенчатых холодильных машин.

Занятие 4. Расчет одноступенчатых холодильных машин.

Занятие 5. Расчет многоступенчатых холодильных машин.

Занятие 6. Расчет основных и вспомогательных элементов холодильных машин.

Занятие 7. Расчет абсорбционной водоаммиачной холодильной машины. Выполнить сравнительный анализ водоаммиачной абсорбционной холодильной машины и парокомпрессионной холодильной машины.

Занятие 8. Расчет абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.1	знать: порядок проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения предприятий и зданий				
		знает в полном объеме порядок проведения расчета параметров, элементов систем	в целом знает порядок проведения расчета параметров, элементов систем холодоснаб	знает основные этапы, но путается в порядке проведения расчета параметров, элементов	не знает порядка проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения	

			холодоснабжения предприятий и зданий	жения технологических процессов, но путается в порядке проведения некоторых этапов	систем холодноснабжения технологических процессов	технологических процессов
уметь: рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий						
			демонстрирует умение рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий, без ошибок и недочетов.	демонстрирует умение рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий, допускает ряд мелких ошибок.	в целом демонстрирует умение рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий. Задания выполнены не в полном объеме.	не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки.
владеть: методиками расчета систем холодноснабжения предприятий на базе различных источников холода.						
			продемонстрированы навыки владения методиками расчета систем холодноснабжения предприятий, без ошибок и недочетов.	продемонстрированы базовые навыки владения методиками расчета систем холодноснабжения предприятий, допущен ряд мелких ошибок.	имеется минимальный набор навыков владения методиками расчета систем холодноснабжения, имеется много ошибок	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Бодров, М. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-9909-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238652>.

2. Сушков, О. Д. Холодильное технологическое оборудование : учебное пособие / О. Д. Сушков, А. И. Звегинцев. — Керчь : КГМТУ, 2015. — 181 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140634>.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Леонов, В. П. Абсорбционные холодильные машины : учебно-методическое пособие / В. П. Леонов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-7038-5383-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205679> (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Иващенко, Е. Ю. Холодильные машины : учебно-методическое пособие / Е. Ю. Иващенко, А. С. Зверок. — Минск : БНТУ, 2020. — 82 с. — ISBN 978-985-583-142-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/247946>.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронная библиотечная система КГЭУ "ИРБИС64" (<http://lib.kgeu.ru/>).
 2. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
 3. Энциклопедии, словари, справочники (URL: <http://www.rubricon.com>).
 4. Электронно-библиотечная система «book.ru» (<https://www.book.ru/>)
 5. Портал "Открытое образование" (<http://npoed.ru>)
- ДК «Системы теплоснабжения» размещенный в LMS Moodle 3.0

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Российская национальная библиотека (<http://nlr.ru/>)
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru/>)
3. Web of Science (<https://webofknowledge.com/>)
4. Scopus (<https://www.scopus.com>)
5. КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru/>)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)
7. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>)
8. Техническая библиотека (<http://techlibrary.ru>)
9. справочная правовая система «Консультант Плюс» (<http://consultant.ru>)
10. справочно-правовая система по законодательству РФ (<http://garant.ru>)
11. Образовательный портал (<http://www.uceba.com>)
12. СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" (<https://minstroyrf.gov.ru/docs/118243/>)
13. СП 60.13330.2012 "СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (<https://docs.cntd.ru/document/456054205>)

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право. Бессрочно
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения

о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию,

четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;
- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	Раздел 3 занятие 7	29.03.2024	Выполнить сравнительный анализ водоаммиачной абсорбционной холодильной машины и парокомпрессионной холодильной машины.		

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Холодоснабжение технологических процессов

Направление подготовки _____ 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника _____

Квалификация _____ Бакалавр _____
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции и	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.1	знать: порядок проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения предприятий и зданий				
			знает в полном объеме порядок проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения предприятий и зданий	в целом знает порядок проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения технологических процессов, но путается в порядке проведения некоторых этапов	знает основные этапы, но путается в порядке проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения технологических процессов	не знает порядка проведения расчета параметров, элементов систем холодоснабжения технологических процессов
		уметь: рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий				
			демонстрирует умение рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий, без ошибок и недочетов.	демонстрирует умение рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий, допускает ряд мелких ошибок.	в целом демонстрирует умение рассчитывать и подбирать холодильное оборудование для конкретных условий. Задания выполнены не в полном объеме.	не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки.
владеть: методиками расчета систем холодоснабжения предприятий на базе различных источников холода.						

			продемонстрированы навыки владения методиками расчета систем холодоснабжения предприятий, без ошибок и недочетов.	продемонстрированы базовые навыки владения методиками расчета систем холодоснабжения предприятий, допущен ряд мелких ошибок.	имеется минимальный набор навыков владения методиками расчета систем холодоснабжения, имеется много ошибок	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки.
--	--	--	---	--	--	---

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание) с незначительными ошибками;*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ с грубыми ошибками и не в полном объеме; при ответе на вопросы билета (теоретическое или практическое задание) допускает грубые ошибки.*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ с грубыми ошибками, не продемонстрированы знания, сформированные умения и навыки.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Расчетно-	Средство проверки умений применять полученные	Комплект индиви-

графическая работа (РГР)	знания по заранее определенной методике для решения задач или выполнения заданий по разделу или дисциплине в целом	дуальных заданий для выполнения РГР
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Мультимедийная презентация (МП)	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Тематика презентаций

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примеры заданий

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.1. Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия)

Вопросы для проведения письменного опроса ТК1:

1. Основные потребителя холода.
2. Способы получения низких температур.
3. Испарительный способ получения холода.
4. Термоэлектрический способ получения холода.
5. Получение холода с помощью вихревых труб Ранка-Хильша.
6. Получение холода путем дросселирования.
7. Холодильная машина с поршневым компрессором.
8. Холодильная машина с центробежным компрессором.
9. Холодильная машина с винтовым компрессором.
10. Детандерные холодильные машины.
11. Общие сведения о хладагентах.
12. Основные теплофизические параметры хладагентов. Выбор ХА.
13. Общие сведения о хладоносителях.
14. Основные требования к хладоносителям. Выбор ХН.

Практическое задание

Примеры практических заданий:

Задача 1

Холодильник сжатия паров работает между давлениями 1,826 бар и 6,517 бар с Фреоном 12 в качестве хладагента. Пары сухие насыщенные, когда они входят в компрессор, и они сжимаются изоэнтальпически. Если конденсат покидает

конденсатор в виде насыщенной жидкости, определите эффект охлаждения и холодильный коэффициент. Как изменяются вышеприведенные ответы, когда холодильник работает в тех же условиях с компрессором, который имеет изэнтропическую эффективность 0,8?

Задача 2

Влажный аммиак, поступающий в компрессор холодильника при давлении 4,975 бар, сжат изэнтропически до образования сухого насыщенного газа при 19,29 бар. Какова была первоначальная степень сухости?

Задача 3

Влажные пары аммиака входят в компрессор холодильника при давлении 4,975 бар, и сжимается адиабатически до тех пор, пока они не превращаются в сухой насыщенный газ при 19,29 бар. Рассчитайте удельную работу сжатия, принимая изэнтропическую эффективность компрессора равной 0,80.

Расчетно-графическая работа 1

В РГР всего 30 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдается задание на определение расчета системы холодоснабжения предприятия. Задается требуемая холодильная мощность, климатические условия и параметры технологического процесса:

1. Подобрать холодильную машину под конкретные условия технологического процесса.
2. Выполнить термодинамический расчет цикла холодильной машины.
3. Определить реальную холодопроизводительность. Выполнить пересчет стандартных условий на реальные условия работы холодильной машины.
4. Определить расход воды для охлаждения конденсатора холодильной машины.
5. Подобрать хладоноситель для транспортировки холода. Вещество, концентрация, температура замерзания.
6. Определить затраты мощности на привод компрессора холодильной машины.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.1. Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия)

Практическое задание

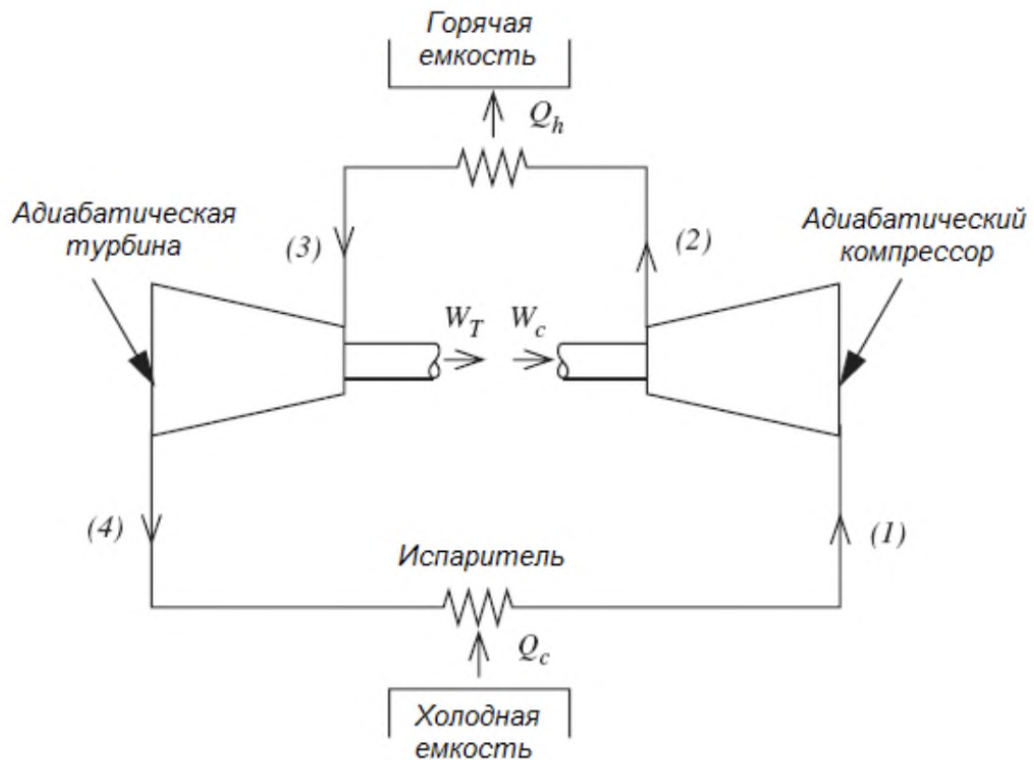
Примеры практических заданий:

Задача 1

Определите холодильный коэффициент парокомпрессионного холодильника, который использует фреон 12 как хладагент и работает в диапазоне температур между -15°C и 30°C .

Задача 2

На рисунке показана схема «воздушного» холодильника, в котором воздух поочередно сжимается, расширяется и нагревается. Определите холодильный коэффициент, а также параметры хладагента в контрольных точках цикла.



Задача 3

Определите ХК холодильника, работающего на обратном цикле Карно между -20°C и 34°C .

Тематика презентаций для ТК 2.

1. История создания трансформаторов теплоты.
2. Развитие холодильной техники для промышленности.
3. Способы получения холода.
4. Вихревые трубы. Область использования. Перспективы развития.
5. Термоэлектрические холодильные машины. Перспективы использования.
6. Криогенные установки. Принцип действия. Область использования.
7. Применение холода в нефтехимической промышленности.
8. Применение холода в газоперерабатывающей промышленности.
9. Парокомпрессионные холодильные машины. Классификация.

Достоинства и недостатки.

10. Абсорбционные водоаммиачные холодильные машины. Область применения. Перспективы использования.

11. Абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины. Область применения. Перспективы использования.

12. Вихревые холодильные машины. Область применения.

13. Детандерные холодильные машины. Область применения. Достоинства и недостатки.

14. Выбор оптимального типа холодильной машины для системы холодоснабжения предприятия.

15. Перспективные хладагенты для холодильных машин.

16. Экологические проблемы применения хладагентов.

17. Хладоносители. Типы. Выбор. Требования.

18. Методы повышения эффективности циклов холодильных машин.

19. Причины перехода к многоступенчатому сжатию.

20. Каскадные холодильные машины. Примеры использования.

21. Компрессоры холодильных машин. Достоинства и недостатки.

22. Методы регулирования производительности компрессоров.

23. Испарители холодильных машин.

24. Конденсаторы холодильных машин.

25. Вспомогательное оборудование холодильных машин.

26. Примеры использования схемы холодоснабжения с непосредственным испарением хладагента в технологических аппаратах.

27. Примеры использования схемы холодоснабжения с промежуточным хладоносителем.

28. Перспективное оборудование для систем холодоснабжения

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.1. Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия)

Варианты тестовых заданий ТКЗ

Задание

Отметьте правильный ответ (3 из 5)

К трансформаторам теплоты относятся

- тепловые насосы
- холодильные машины
- криогенные установки
- котельные установки
- компрессорные машины

Задание

Отметьте правильный ответ

Комбинированные холодильно-теплонасосные установки предназначены для получения

- холода и теплоты одновременно
- холода и теплоты попеременно
- только холода
- только теплоты

Задание

Отметьте правильный ответ (5 из 6)

Искусственный холод получают использованием следующих физических процессов

- испарение жидкостей
- дросселирование жидкостей и газов
- расширение газов с совершением работы
- истечение газов из постоянного объема
- расширение газов в вихревой трубе
- растворение газов в жидкости

Задание

Отметьте правильный ответ

Обратный цикл Карно описывает протекающие физические процессы при работе

- идеального теплового двигателя
- идеального трансформатора теплоты
- реальной холодильной машины
- реального теплового двигателя

Задание

Отметьте правильный ответ

Понижение температуры получаемого искусственного холода при неизменной производительности сопровождается

- уменьшением энергозатрат
- увеличением энергозатрат
- неизменностью энергопотребления
- снижением температуры конденсации рабочего тела

Задание

Отметьте правильный ответ (2 из 4)

Холодильная станция может быть

- центральной
- цеховой
- районной
- региональной

Задание

Отметьте правильный ответ (3 из 6)

Виды энергии, используемые для работы холодильных машин

- механическая
- электрическая

- потенциальная
- тепловая
- кинетическая
- химическая

Задание

Отметьте правильный ответ (3 из 5)

В зависимости от схемы и термодинамического цикла различают
холодильные машины

- одноступенчатые
- каскадные
- термоэлектрические
- многоступенчатые
- абсорбционные

Задание

Отметьте правильный ответ (2 из 5)

Достоинствами поршневых парокомпрессионных холодильных машин являются

- высокие энергетические показатели
- неограниченная производительность
- наибольшая разность температур кипения и конденсации
- малые металлоемкость и размеры
- удобство в регулировании

Задание

Отметьте правильный ответ (3 из 5)

Достоинствами турбокомпрессорных холодильных машин являются

- высокая надежность
- большая холодопроизводительность
- высокая энергетическая эффективность
- хорошая уравновешенность
- неизменность степени повышения давления в компрессоре

Задание

Отметьте правильный ответ (2 из 5)

Недостатками абсорбционных холодильных машин являются

- низкие энергетические показатели
- громоздкость и металлоемкость
- шумность работы
- неудобство регулирования
- возможность использования тепловой энергии

Задание

Отметьте правильный ответ (4 из 6)

При выборе рабочего тела для холодильных машин решающими факторами являются

- КПД холодильного цикла
- экономичность (удельный расход энергии)

- требования к безопасности
- доступность (наличие ХА)
- стоимость холодильного оборудования
- стоимость хладагент

Задание

Отметьте правильный ответ (3 из 6)

Требованиями к свойствам хладоносителя являются

- низкая температура замерзания
- высокая температура кипения
- большие теплоемкость и теплопроводность
- малые вязкость и плотность
- растворимость в воде
- высокая критическая температура

Задание

Отметьте правильный ответ (2 из 5)

Криогидратная (или эвтектическая) концентрация водных растворов солей (рассолов) характеризуется

- самой низкой температурой замерзания раствора
- предельно возможным значением концентрации соли в растворе
- самой высокой температурой кипения раствора
- наиболее высокой агрессивностью к металлам
- наибольшей плотностью раствора

Задание

Отметьте правильный ответ (4 из 6)

Минимально необходимыми составными элементами любой парожидкостной холодильной машины являются

- компрессор
- конденсатор
- дроссель
- испаритель
- переохладитель
- регенератор

Задание

Установите в правильной последовательности элементы ХМ по ходу движения ХА, начиная с компрессора.

- 1: компрессор
- 2: конденсатор
- 3: дроссель
- 4: испаритель

Практическое задание к ТКЗ

Примеры практических заданий:

Задача 1

Испаритель абсорбционного холодильника работает при температуре -14°C . Если степень сухости аммиачного хладагента увеличивается от 0,143 до 0,885 в испарителе, определите: эффект охлаждения и массовую скорость потока хладагента, необходимую для достижения степени охлаждения 70 кВт.

Задача 2

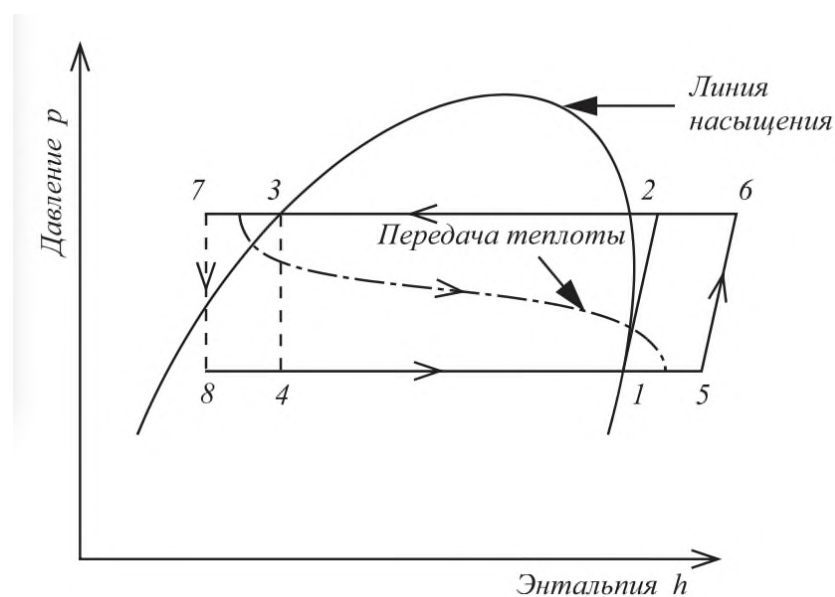
Коммерческая компания планирует установить тепловой насос для отопления офисного здания. Тепловой насос должен работать между 0°C и 50°C , и ожидается, что недостатки уменьшают его ХК до 68% от идеального ХК Карно. Если стоимость электричества 4,5 пенса за кВт ч, какова будет стоимость единицы обогрева? В настоящее время, нагревание производится газосжигающим котлом, который эффективен на 81%. Если газ стоит 39,8 пенса за терм (1 терм = 29,307 кВт ч), каков будет процент экономии на цене топлива в предложенной схеме?

Задача 3

Выбрать калорифер для системы вентиляции производственного помещения, расположенного в г. Минск. Объемный расход воздуха для нагрева $6800\text{ м}^3/\text{ч}$, температура приточного воздуха 13°C . Теплоноситель – перегретая вода с параметрами $t_{\text{гор}}=150^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{обр}}=70^{\circ}\text{C}$. Расчетная температура наружного воздуха в холодный период для г. Минска: -24°C .

Задача 4

Холодильник, модифицируется включением теплообменника, который берет теплоту из конденсата и перегревает пар, покидающий испаритель. Если пары перегреты на 15°C в теплообменнике, определите эффект охлаждения и ХК модифицированного холодильника. Используйте диаграмму $P - h$ на Рисунке



Расчетно-графическая работа 3: «Расчет абсорбционной холодильной машины».

В РГР всего 30 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдаются индивидуальные исходные данные к нему. Задание заключается в расчете АБХМ: термодинамический расчет, расчет параметров абсорбента и хладагента, расчет эффективности.

Для промежуточной аттестации:

Теоретические вопросы

1. Схема холодоснабжения промышленных производств с непосредственным испарением хладагента в технологических аппаратах. Достоинства, недостатки.
2. Принципиальная схема и рабочий цикл одноступенчатой компрессорной холодильной машины с дросселированием в области влажного пара и всасыванием сухого пара.
3. Особенности теплообменных аппаратов ХМ, связанные с видом используемого хладагента.
4. Схема холодоснабжения промышленных производств с использованием промежуточных хладоносителей. Достоинства, недостатки.
5. Основные показатели работы холодильных машин. Параметры одноступенчатых компрессорных ХМ.
6. Каскадные холодильные машины. Схема и цикл простейшей каскадной ХМ. Достоинства и недостатки каскадных ХМ.
7. Общие сведения об абсорбционных ХМ. Схема и рабочий процесс идеального абсорбционного холодильного агрегата.
8. Характеристики основных холодильных агентов (аммиак, фреон).
9. Определение параметров испарения и конденсации ХА по внешним условиям работы ХМ.
10. Турбокомпрессорная холодильная машина с двумя секциями сжатия и двумя ступенями дросселирования.
11. Схема и цикл одноступенчатой ХМ с регенеративным охлаждением жидкого ХА.
12. Причины перехода к многоступенчатым процессам сжатия и дросселирования.
13. Схема и цикл одноступенчатой компрессорной ХМ с переохлаждением хладагента после конденсатора.