

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛО-
ГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

"_25_" __05__2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Холодильная техника

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки

**Проектирование и конструирование
механических конструкций, систем и агрегатов**

Квалификация выпускника

Бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Холодильная техника» – является формирование компетентностной модели выпускника, максимально подготовленного к профессиональной деятельности и обладающего необходимым объемом знаний.

Задачи дисциплины:

- проектирование машин и конструкций на основе математического и компьютерного моделирования с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин;
- участие в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, композитные структуры, сооружения, установки, агрегаты, оборудование, приборы и аппаратура и многие другие объекты современной техники, различных отраслей промышленности, транспорта и строительства, для которых проблемы и задачи прикладной механики являются основными и актуальными и которые для изучения и решения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	методы расчета, проектирования и выбора холодильных агрегатов и оборудования, сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе их эксплуатации	выполнять основные инженерные расчеты с помощью соответствующего физико-математического аппарата и составлять техническую документацию	навыками разработки рабочей проектной и технической документации; приемами и методами решения научно-технических проблем, возникающих в ходе их эксплуатации

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Холодильная техника» относится к факультативным дисциплинам и основывается на изучении дисциплины "Механика жидкости и газа", и является одной из дисциплин, подготавливающая обучающего к написанию выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		6
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	30,85	30,85
Лекции	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	15	15
Практические занятия	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	15	15
Консультации текущие	0,75	0,75
Виды аттестации (зачёт)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	41,15	41,15
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, подготовка к практическим работам)	7,5	7,5
Изучение материалов по учебникам (собеседование, подготовка к практическим работам)	33,65	33,65

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Основы искусственного охлаждения, физико-математический аппарат в холодильной технике	1.1 Параметры состояния вещества 1.2 Фазовые превращения вещества 1.3 Способы получения низких температур 1.4 Термодинамические диаграммы состояния 1.5 Законы термодинамики в холодильной технике. 1.6 Термодинамические процессы в холодильной технике.	16
2	Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	2.1 Классификация холодильных машин. 2.2 Сухой и влажный ход компрессора 2.3 Одноступенчатые парокompрессионные холодильные машины. 2.4 Многоступенчатые парокompрессионные холодильные машин	19
3	Хладагенты и хладоносители	3.1 Рабочие вещества холодильных машин. 3.2 Хладоносители.	12
4	Холодильные агрегаты	4.1 Компрессоры холодильных машин 4.2 Теплообменная и вспомогательная аппаратура холодильных установок.	11
5	Эксплуатация холодильных установок.	5.1 Пуск, регулирование и останов холодильной установки 5.2 Основы безопасной эксплуатации холодильных установок	13,15

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ (или С), час	СРО, час
1	Основы искусственного охлаждения	4	2	10
2	Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	5	4	10
3	Хладагенты и хладоносители	2	2	8
4	Холодильные агрегаты	2	2	7
5	Эксплуатация холодильных установок	2	5	6,15

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Основы искусственного охлаждения	1.1 Параметры состояния вещества 1.2 Фазовые превращения вещества 1.3 Способы получения низких температур 1.4 Термодинамические диаграммы состояния 1.5 Законы термодинамики в холодильной технике. 1.6 Термодинамические процессы в холодильной технике.	4
2	Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	2.1 Классификация холодильных машин. 2.2 Сухой и влажный ход компрессора 2.3 Одноступенчатые парокompрессионные холодильные машины. 2.4 Многоступенчатые парокompрессионные холодильные машин	5
3	Хладагенты и хладоносители	3.1 Рабочие вещества холодильных машин. 3.2 Хладоносители.	2
4	Холодильные агрегаты	4.1 Компрессоры холодильных машин 4.2 Теплообменная и вспомогательная аппаратура холодильных установок.	2
5	Эксплуатация холодильных установок	5.1 Пуск, регулирование и останов холодильной установки 5.2 Основы безопасной эксплуатации холодильных установок	2

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Практические занятия	Трудоемкость, час
1	Основы искусственного охлаждения	1.1 Расчет тепловых процессов и циклов холодильных машин	2
2	Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	2.1 Тепловой расчет аммиачной холодильной машины 2.2 Расчет и построение цикла абсорбционной холодильной машины	4
3	Хладагенты и хладоносители	3.1 Сравнение циклов аммиачной и фреоновой холодильных машин.	2
4	Холодильные агрегаты	4.1 Тепловой расчет поршневого компрессора с построением рабочего цикла в P - V диаграмме 4.2 Тепловой расчет конденсатора холодильной машины	2
5	Эксплуатация холодильных установок	5.1 Расчет и подбор камерного оборудования	5

5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, Час
1	Основы искусственного охлаждения	Изучение текста лекций. Изучение учебника и учебных пособий (собеседование, подготовка к практическим работам)	2 8
2	Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	Изучение текста лекций. Изучение учебника и учебных пособий (собеседование, подготовка к практическим работам)	2,5 7,5
3	Хладагенты и хладоносители	Изучение текста лекций. Изучение учебника и учебных пособий (собеседование, подготовка к практическим работам)	1 7
4	Холодильные агрегаты	Изучение текста лекций. Изучение учебника и учебных пособий (собеседование, подготовка к практическим работам)	1 6
5	Эксплуатация холодильных установок	Изучение текста лекций. Изучение учебника и учебных пособий (собеседование, подготовка к практическим работам)	1 5,15

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Комарова, Н.А. Холодильные установки. Основы проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Комарова. – Электрон. дан. – Кемерово : КеМГУ, 2012. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4606>. - Загл. с экрана.

3. Трухачев, В. И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования на предприятиях АПК [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103079>. – Загл. с экрана.

6.2 Дополнительная литература

1. Устройство, эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования: / Д.И. Грицай, И.В. Капустин, В.И. Марченко, Е.В. Кулаев ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2019. – 52 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614028>

2. Захарцова Л.Н. Монтаж, техническая эксплуатация и обслуживание холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям): учеб. пособие ч.2 / Л.Н. Захарцова. – Брянск, изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 150с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/133052/#2>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Холодильная техника [Текст] : учебное пособие / Владимир Михайлович Кравченко [и др.] ; ВГТА, Кафедра машин и аппаратов пищевых производств. - Воронеж, 2010. - 56 с. - Библиогр.: с.54. - ISBN 978-5-89448-797-7.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/

Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsuet.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsuet.ru/

6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. - 32 с.<http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488>.

6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Используемые информационные технологии:

- текстовый редактор Microsoft Word или LibreOffice (оформление пояснительных записок практических работ и курсового проекта);
- системы автоматизированного проектирования AutoCAD, NanoCAD или КОМПАС, QCAD (выполнение чертежей для практических работ).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <http://vsuet.ru>.

Для проведения занятий используются:

№ 127 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Машина испытания на растяжение МР-0,5, машина испытания на кручение КМ-50, машина универсальная разрывная УММ-5, машина испытания пружин МИП-100, машина разрывная УГ 20/2, машина испытания на усталость МУИ-6000, копер маятниковый
№ 127а Компьютерный класс	Моноблок Гравитон (12 шт.)
№ 227 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Интерактивная доска SMART Board SB660 64, комплект лабораторного оборудования для проведения дисциплины "Детали машин и основы конструирования": машина тарировочная, прибор ТММ105-1, стенды методические

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.

Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.03 – Прикладная механика и профилю подготовки Проектирование и конструирование механических конструкций систем и агрегатов.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Холодильная техника

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	методы расчета, проектирования и выбора холодильных агрегатов и оборудования специфику проектирования технического оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования	выполнять основные инженерные расчеты с помощью соответствующего физико-математического аппарата и составлять техническую документацию	навыками разработки рабочей проектной и технической документации с организации рабочих мест; приемами и методами введения холодильного оборудования в промышленную эксплуатацию

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Основы искусственного охлаждения	ПК-1	<i>Собеседование (практика)</i>	1-3	Проверка преподавателем
			<i>Собеседование (зачёт)</i>	21-22	Проверка преподавателем Решение задач
2.	Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	ПК-1	<i>Собеседование (практика)</i>	3-7	Проверка преподавателем
			<i>Собеседование (зачёт)</i>	23-25	Решение задач
3.	Хладагенты и хладоносители	ПК-1	<i>Собеседование (практика)</i>	8-10	Проверка преподавателем
			<i>Собеседование (зачёт)</i>	26-28	Решение задач
4	Холодильные агрегаты	ПК-1	<i>Собеседование (практика)</i>	11-12	Проверка преподавателем
			<i>Собеседование (зачёт)</i>	29-30	Решение задач
5	Эксплуатация холодильных установок.	ПК-1	<i>Собеседование (практика)</i>	13-15	Проверка преподавателем
			<i>Собеседование (зачёт)</i>	31-51	Проверка преподавателем
			Кейс-задания	16-19	Решение задач

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме собеседования и решения практических задач.

3.1 Вопросы к собеседованию (к практической работе)

ПК-1- способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Номер задания	Формулировка вопроса
1	Чем характеризуется степень термодинамического совершенства цикла холодильной машины?
2	Чем отличается идеальный цикл холодильной машины от реального?
3	Перечислите процессы протекающие в одноступенчатой холодильной машине?
4	Как рассчитывается холодопроизводительность холодильной машины?

5	Что называется сухим ходом компрессора?
6	Поясните чем отличается капельная конденсация от пленочной. Какой вид конденсации предпочтительней?
7	Что влияет на эффективность теплопередачи в конденсаторах?
8	Расскажите принцип действия испарительного конденсатора?
9	От чего зависит коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к воде?
10	Какие виды конденсаторов вы знаете?
11	Как рассчитывается холодопроизводительность абсорбционной холодильной машины?
12	Перечислите процессы протекающие в абсорбционной холодильной машине.
13	Для чего включают теплообменник и ректификатор в схему абсорбционной машины?
14	Как рассчитывается тепловой коэффициент абсорбционной машины?
15	Перечислите необходимые условия для работы абсорбционных холодильных машин?

3.2 Кейс-задания

ПК-1- способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Номер задания	Формулировка вопроса
16	Провести сравнение циклов расчет аммиачной, фреоновой с РТО (встроенным электродвигателем компрессора) и без РТО холодильных машин для следующих рабочих условий: $t_0 = -15\text{ }^\circ\text{C}$, $t_k = 30\text{ }^\circ\text{C}$, $\Theta_{1и} = 5\text{ }^\circ\text{C}$, $\Theta_1 = 3\text{ }^\circ\text{C}$, $\Theta_{1го} = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\Theta_{эд} = 10\text{ }^\circ\text{C}$, $Q_{и} = 10\text{ кВт}$.
17	Зная технические данные холодильных агрегатов перечислите особенности вентиляционной системы помещения, в котором эти агрегаты установлены.
18	Организуйте порядок действий оператора при выводе из эксплуатации холодильной установки в плановом режиме.
19	Организуйте порядок проверки нормальной работы холодильной установки

Вопросы к зачёту

ПК-1- способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Номер задания	Формулировка вопроса
20	Термодинамические параметры вещества.
21	Способы искусственного охлаждения.
22	Процессы изменения агрегатного состояния вещества.
23	Зависимость между термодинамическими параметрами при фазовых превращениях.
24	Способы получения низких температур.
25	Термодинамические диаграммы.
26	Первый закон термодинамики в холодильной технике.
27	Второй закон термодинамики в холодильной технике.
28	Цикл Карно в холодильной технике.
29	Классификация холодильных машин.
30	Схема и цикл пароконденсационной холодильной машины с влажным ходом компрессора.
31	Абсорбционная и парожекционная холодильные машины
32	Сухой ход компрессора, основные показатели цикла.
33	Схема и цикл двухступенчатой аммиачной холодильной машины с двумя испарителями и насосно-циркуляционной системой охлаждения.
34	Зависимость характеристик холодильных машин от режима работы.
35	Пути увеличения холодопроизводительности компрессоров
36	Энергетические и другие потери в компрессоре.
37	Схема и цикл каскадной холодильной машины.
38	Рабочие вещества паровых машин.
39	Область применения хладагентов, хладоносители.
40	Классификация компрессоров паровых холодильных машин
41	Основные узлы и детали компрессоров холодильных машин.

42	Горизонтальные и вертикальные конденсаторы.
43	Вспомогательное оборудование.
44	Способы регулирования параметров охлаждения объекта.
45	Регулирование заполнения испарителей жидким хладагентом.
46	Классификация систем охлаждения холодильных камер.
47	Льдосоляное охлаждение.
48	Охлаждение сухим льдом.
49	Охлаждение холодоаккумуляторами с эвтектическим раствором
50	Пуск, обслуживание, регулирование режима, остановка холодильной машины.
51	Техника безопасности при эксплуатации холодильных установок

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2017 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.01.02 – 2018 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости, а также методическими указаниями.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Методика оценки	Показатель оценивания	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
<i>ПК-1- способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат</i>					
Знать методы расчета, проектирования и выбора холодильных агрегатов и оборудования специфику проектирования технического оснащения рабочих мест с размещением технологического оборудования	Собеседование	Результат собеседования	студент ответил на 3 и более из 5 заданных вопросов	зачтено	Освоена
			студент ответил на 2 и менее из 5 заданных вопросов.	Не зачтено	Не освоена
Уметь выполнять основные инженерные расчеты с помощью соответствующего физико-математического аппарата и составлять техническую документацию	Собеседование	Результат собеседования	студент ответил на 3 и более из 5 заданных вопросов	зачтено	Освоена
			студент ответил на 2 и менее из 5 заданных вопросов.	Не зачтено	Не освоена
Владеть навыками разработки рабочей проектной и технической документации с организации рабочих мест; приемами и методами введения холодильного оборудования в промышленную эксплуатацию	кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)