

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

 Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
« 11 » ноября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.1 «Холодильные машины и установки»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
Профиль подготовки «Компрессорные машины и установки»\*, «Вакуумная и  
компрессорная техника физических установок»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет Институт химического и нефтяного машиностроения, факультет энергомашиностроения и технологического оборудования

Кафедра-разработчик рабочей программы «Компрессорных машин и установок»

Курс, семестр 3-й курс, 5 семестр, 6 семестр

	Часы			Зачетные единицы
	5 сем.	6 сем.	Всего	
Лекции	36	18	54	1,5
Практические занятия	-	36	36	1
Лабораторные занятия	36	-	36	1
Самостоятельная работа	36	18	54	1,5
Форма аттестации	36 экзамен	зачет, курс. раб.	36	1,0
Всего	144	72	216	6

\* – для обучающихся набора 2017 года

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1170 от 20.10.2015г. по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профилей «Компрессорные машины и установки», «Вакуумная и компрессорная техника физических установок» на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016 и 2017 года.

Разработчик программы:

          доцент            
(должность)

                      
(подпись)

И.И. Шарапов  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры холодильной техники и технологии, протокол № 3 от 30.10.2017 г.

Зав. кафедрой, проф.

                      
(подпись)

И.Р. Сагбиев  
(Ф.И.О)

## **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии факультета ЭмТО  
от 30. 10. 2017 г. № 2.

Председатель комиссии, доцент

                      
(подпись)

М.С. Хамидуллин

Начальник УМЦ, доцент

                      
(подпись)

Л.А. Китаева

## ***1. Цели освоения дисциплины***

а) изучение студентами термодинамических основ работы парокompрессионных, газовых, теплоиспользующих холодильных машин;

б) получение студентами знаний и умений по тепловому расчету холодильных машин, подбору основного и вспомогательного оборудования холодильных установок, изучение конструкций применяемых компрессоров, теплообменного оборудования;

в) получение студентами знаний и навыков составления технологических схем парокompрессионных холодильных машин.

## ***2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы***

Дисциплина «Холодильные машины и установки» относится к дисциплинам вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической видов деятельности. Для успешного освоения дисциплины «Холодильные машины и установки» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин

- Физика;
- Химия;
- Материаловедение;
- Технология конструкционных материалов;
- Термодинамика;
- Компьютерная графика;
- Основы проектирования;
- Электротехника и электроника;
- Теплообмен.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Холодильные машины и установки» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практики, выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

## ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

- ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;

- ПК-12 способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
- ПК-14 умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

**1) Знать:**

а) понятия: холодильная машина; холодильный агент (хладагент); хладоноситель; хладон; обратный термодинамический цикл; холодопроизводительность; холодильный коэффициент; тепловая нагрузка; одно и многоступенчатые схемы и циклы холодильных машин; полное и неполное промежуточное охлаждение; каскадная схема холодильной машины; схемы и циклы газовых холодильных машин; замкнутый и разомкнутый циклы.

б) физические основы получения холода; основные способы получения низких температур;

в) схемы и циклы одноступенчатых, многоступенчатых, каскадных паровых компрессионных, а также газовых холодильных машин;

г) назначение, принцип действия и конструкцию основных и вспомогательных элементов холодильных машин и установок;

д) рабочие вещества холодильных машин, хладоносители, смазочные масла и их свойства.

**2) Уметь:**

а) изображать процессы и циклы холодильных машин в диаграммах  $T-s$ ,  $lgp-h$ ;

б) проводить тепловой расчет и подбор основного оборудования паровых компрессионных холодильных машин;

в) проводить анализ схем и циклов холодильных машин и установок, оценивать их эффективность;

г) проводить эксплуатацию, испытания, исследование характеристик холодильных машин и установок, обрабатывать и анализировать результаты.

**3) Владеть:**

а) современными прикладными программами по расчету термодинамических циклов работы холодильных машин и установок, теплофизических параметров хладагентов в зависимости от температурного режима;

б) безопасными и экономными методами эксплуатации холодильных машин и установок, техникой безопасности при обращении с хладагентами;

в) принципами автоматизации схем пароконденсационных холодильных машин и установок.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Б.1.В.ДВ.10.1 «Холодильные машины и установки»

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекции	Практические	Лабораторные работы	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения.	5	1	2	-	-	4	Устный опрос
2	Способы получения низких температур.	5	3	6	-	4	6	Лабораторная работа
3	Одноступенчатые паровые компрессионные холодильные машины (ПКХМ)	5	5...11	12	-	24	16	Лабораторная работа
		6	3,5		4	-	2	Практическая работа, тестирование
4	Многоступенчатые и каскадные ПКХМ.	5	13, 15	12	-	-	4	Устный опрос
		6	7,9	-	4	-	2	Практическая работа, тестирование
5	Рабочие вещества ПКХМ	5	17	4	-	-	4	Устный опрос
		6	1		2	-	2	Практическая работа, тестирование
6	Основное и вспомогательное оборудование ПКХМ.	6	1...7	8	4	-	2	Практическая работа, тестирование
7	Технологические схемы, автоматизация ПКХМ.	5	13..15			8	2	Лабораторная работа
		6	9...13	6	4			Практическая работа, тестирование
8	Газовые компрессионные холодильные машины (ГХМ), абсорбционные холодильные машины (АБХМ)	6	15,17	4	-	-	2	Тестирование
9	Выполнение курсовой работы.	6	1...18	-	18	-	8	Защита курсовой работы
<b>Всего за 5-й семестр</b>				36	-	36	36	Экзамен
<b>Всего за 6-й семестр</b>				18	36	-	18	Зачёт, Курсовая работа
<b>Итого</b>				<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№	Раздел	Ча	Тема	Краткое содержание	Форм
---	--------	----	------	--------------------	------

п/п	дисциплины	сы	лекционного занятия		и-руемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения.	2	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения	Классификация температурных уровней искусственного охлаждения, основные группы холодильных машин. Термодинамические основы работы холодильной техники, основные понятия и определения.	<i>ПК-1</i>
2	Способы получения низких температур	6	Способы получения низких температур	Получение холода использованием фазовых переходов (плавление, испарение, кипение, сублимация). Льдосоляное охлаждение. Фазовая диаграмма льдосоляной смеси. Диаграмма агрегатного состояния вещества. Получение низких температур путем расширения рабочих веществ с осуществлением внешней работы (в детандере), без отдачи внешней работы (дросселирование), адиабатический выхлоп. Точка и кривая инверсии. Сравнение методов получения низких температур путем расширения рабочих веществ. Вихревой эффект охлаждения. Конструкция вихревой трубы. Основные характеристики процесса. Термоэлектрический эффект.	<i>ПК-1</i>
3	Одноступенчатые паровые компрессионные холодильные машины (ПКХМ)	4	Классификация обратных циклов	Термодинамический принцип работы холодильной машины. Термодинамический цикл холодильной машины. Уравнения энергетического баланса холодильной машины. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность цикла. Цикл теплового насоса, коэффициент преобразования энергии. $l_{gr}$ - $h$ диаграмма состояния рабочего тела.	<i>ПК-1</i>
		8	Схемы и теоретические циклы одноступенчатых ПКХМ	Основные способы охлаждения. Схема и теоретический цикл ПКХМ с изоэнтропным расширением и сжатием в области влажного пара. Схема и теоретический цикл ПКХМ с дросселированием и всасыванием сухого насыщенного пара. Энергетические потери от дросселирования и перегрева. Способы уменьшения потерь. Теоретические циклы с регенеративным и водяным теплообменниками. Основы теплового расчета. Действительный цикл одноступенчатой ПКХМ.	<i>ПК-1</i>

1	2	3	4	5	6
4	Многоступенчатые и каскадные ПКХМ.	8	Схемы и теоретические циклы многоступенчатых и ПКХМ.	Причины перехода к многоступенчатому сжатию. Определение промежуточного давления в многоступенчатой схеме. Принципиальные схемы и циклы аммиачных и фреоновых двухступенчатых ПКХМ, полное и неполное промежуточное охлаждение.	ПК-1
		4	Практические схемы двухступенчатых ПКХМ. Каскадные ПКХМ	Двухступенчатые ПКХМ на базе винтового и центробежного компрессора. Каскадная ПКХМ, сравнение с двухступенчатой ПКХМ	ПК-1
5	Рабочие вещества ПКХМ.	4	Рабочие вещества ПКХМ. Хладоносители и холодильные масла.	Общая характеристика холодильных агентов, их классификация и обозначение. Термодинамические свойства. Физико-химические свойства. Химические свойства холодильных агентов. Взаимодействие с водой и смазочными маслами, влияние взаимной растворимости на работу ПКХМ. Химическая активность холодильных агентов к материалам. Температура разложения, воспламеняемость, взрывоопасность и пожароопасность основных холодильных агентов. Физиологические свойства. Экологические свойства. Конструктивно-эксплуатационные свойства. Основные требования к рабочим веществам ПКХМ. Выбор холодильных агентов для заданных условий работы. Преимущественные области применения основных холодильных агентов. Хладоносители и холодильные масла	ПК-1, ПК-14
6	Основное и вспомогательное оборудование ПКХМ.	4	Основное оборудование ПКХМ	Компрессоры, теплообменное оборудование ПКХМ. Конструкции машин и аппаратов, рабочие процессы, основы методики расчета и подбора испарителей, конденсаторов, регенеративного теплообменника, промежуточного сосуда.	ПК-1,
		4	Вспомогательное оборудование ПКХМ	Маслоотделители, отделители жидкости, ресиверы, арматура ПКХМ. Виды, конструкции, принципы работы, методика подбора.	ПК-1
7	Технологические схемы, автоматизация ПКХМ.	4	Технологические схемы аммиачных и фреоновых ПКХМ	Технологические схемы аммиачных и фреоновых холодильных установок. Особенности обвязки основного и вспомогательного оборудования. Условные обозначения на	ПК-1, ПК-14

1	2	3	4	5	6
				технологических схемах. Правила безопасности холодильных установок, профилактика производственного травматизма, экологическая безопасность.	
		2	Автоматизация ПКХМ	Основы автоматизации холодильных установок. Приборы регулирования и сигнализация давления, температуры, уровня жидкости, терморегулирующие, электромагнитные клапаны.	ПК-1
8	Газовые компрессионные холодильные машины (ГХМ), абсорбционные холодильные машины (АБХМ)	2	Газовые холодильные машины (ГХМ)	Теоретический цикл и схема регенеративной и нерегенеративной воздушной ГХМ. Основы теплового расчета холодильного цикла, холодопроизводительность, холодильный коэффициент.	ПК-1
		2	Абсорбционные холодильные машины (АБХМ)	Пароэжекторная, водоаммиачная и бромисто-литиевая холодильные машины. Схемы, принцип действия.	ПК-1

### **6. Содержание семинарских, практических занятий**

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Вакуумная и компрессорная техника физических установок») предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.1 «Холодильные машины и установки» для студентов очной формы обучения.

**Цель проведения практических занятий** – освоение лекционного материала и выработка умений проводить тепловой расчет и подбор основного оборудования паровых компрессионных холодильных машин.

Режим проведения практических занятий – один раз в неделю по 2 часа. При проведении практических занятий студентами осуществляется коллективное обсуждение и разбор рассматриваемых схем холодильных машин, термодинамических диаграмм рабочих тел, конструкций холодильных компрессоров.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
3	Одноступенчатые паровые компрессионные холодильные машины (ПКХМ)	4	Выбор схемы, расчет цикла и подбор основного оборудования одноступенчатой ПКХМ	Построение рабочего цикла, тепловой расчет одноступенчатой холодильной машины, подбор оборудования	ПК-1

4	Многоступенчатые и каскадные ПКХМ.	4	Выбор схемы, расчет цикла и подбор основного оборудования двухступенчатой ПКХМ.	Построение рабочего цикла, тепловой расчет двухступенчатой холодильной машины, подбор оборудования	ПК-1
5	Рабочие вещества ПКХМ	2	Работа с термодинамическими $lgr - h$ диаграммами и таблицами термодинамических свойств рабочих веществ холодильных машин.	Изучение $lgr - h$ диаграммы состояния рабочих веществ ПКХМ, определение термодинамических параметров рабочего тела в узловых точках циклов.	ПК-1
6	Основное и вспомогательное оборудование ПКХМ.	4	Изучение конструкции и принципа действия основного и вспомогательного оборудования ПКХМ.	Изучение конструкций компрессоров, теплообменного и вспомогательного оборудования ПКХМ	ПК-1, ПК-12
7	Технологические схемы, автоматизация ПКХМ.	4	Изучение технологических схем ПКХМ	Изучение технологических схем аммиачных холодильных установок.	ПК-1, ПК-12, ПК-14
9	Выполнение курсовой работы	18	Тепловой расчет и подбор основного оборудования одноступенчатой и двухступенчатой паровой компрессионной холодильной машины.	Тепловой расчет цикла, подбор компрессора, испарителя, конденсатора, вспомогательных теплообменников одноступенчатой и двухступенчатой паровой компрессионной холодильной машины, выполнение графической части.	ПК-1

### **7. Содержание лабораторных занятий**

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Холодильные машины и установки» для студентов очной формы обучения.

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося устройства, принципа действия, схем, расчета циклов и характеристик холодильных машин, а также выработка студентами определенных умений, связанных с испытанием, определением основных параметров холодильного оборудования, обработкой и анализом результатов испытаний, и навыков, связанных с проведением расчетных работ, чтением схем холодильных машин.

Режим проведения лабораторных занятий – один раз в неделю по 4 часа. Место проведения – лаборатория холодильных машин кафедры «КМУ».

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
2	Способы получения низких температур.	4	Изучение устройства, принципа действия и экспериментальные исследования характеристик вихревой трубы.	ПК-1
3	Одноступенчатые ПКХМ.	8	Изучение устройства и работы бытового компрессорного холодильника.	ПК-1
		8	Изучение конструкции, работы и испытания малой холодильной установки с открытым агрегатом типа ФАК-0,7.	ПК-1, ПК-12
		4	Устройство, принцип действия и испытания льдогенератора торгового ЛТ-50.	ПК-1
		4	Методы определения утечек в системах холодильных установок. Устройство, принцип действия и испытания галоидного течеискателя ГТИ-6.	ПК-1, ПК-12
7	Технологические схемы, автоматизация ПКХМ.	8	Приборы автоматизации малых холодильных установок. Устройство, испытания.	ПК-1

### 8. Курсовая работа

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено выполнение курсовой работы по дисциплине «Холодильные машины и установки» для студентов очной формы обучения.

**Цель выполнения** студентами курсовой работы по дисциплине – формирование у студентов знаний основ расчета и умений проводить проектирование паровых компрессионных холодильных машин и подбор их отдельных элементов, а также формирование навыков, связанных с проведением расчетных работ, чтением схем холодильных машин.

Курсовая работа выполняется индивидуально по теме, выбираемой из предложенного преподавателем списка.

Основные источники информации – методические указания, учебники и справочники по холодильной технике, имеющиеся в библиотеке университета и кафедры КМУ, а также могут быть использованы электронные источники информации (электронный справочник по термодинамическим свойствам холодильных агентов «Refrigeration Utilities», электронные версии учебников и справочников и др.).

Выполнение курсовой работы завершается оформлением студентом письменного отчёта – «Курсовая работа по теме: «Тепловой расчет и подбор

основного оборудования паровой компрессионной холодильной машины»» по установленной форме с последующей публичной защитой результатов работы перед комиссией, состоящей из преподавателей кафедры КМУ.

Темы курсовых работ частично обновляются с периодичностью один раз в год.

**Примерная тематика курсовых работ** может быть представлена следующим образом:

1) *Тепловой расчет и подбор основного оборудования одноступенчатой паровой компрессионной холодильной машины. Исходные данные:* хладагент- R717; заданная холодопроизводительность  $Q_0^3=320\text{кВт}$ ; вид охлаждения камеры – рассольное; температура воздуха в камере  $t_{\text{BK}}=-6\text{ }^\circ\text{C}$ ; охлаждение конденсатора – водяное; температура воды на входе в конденсатор  $t_{\text{w1}}=+25\text{ }^\circ\text{C}$ ; температура воды на входе в переохладитель  $t_{\text{w1,ПО}}=+12\text{ }^\circ\text{C}$ .

2) *Тепловой расчет и подбор основного оборудования двухступенчатой паровой компрессионной холодильной машины. Исходные данные:* хладагент- R22; заданная холодопроизводительность  $Q_0^3=45\text{ кВт}$ ; вид охлаждения камеры – непосредственное; температура воздуха в камере  $t_{\text{BK}}=-40\text{ }^\circ\text{C}$ ; охлаждение конденсатора – водяное; температура воды на входе в конденсатор  $t_{\text{w1}}=+25\text{ }^\circ\text{C}$ .

Варианты курсовой работы отличаются исходными данными.

#### **Содержание расчетно-пояснительной записки курсовой работы:**

Титульный лист. Содержание. Введение. Исходные данные и определение расчетного режима. Принципиальная схема и цикл ПКХМ. Тепловой расчет ПКХМ. Подбор компрессора. Расчет и выбор испарителя. Расчет и выбор конденсатора. Расчет и подбор переохладителя или регенеративного теплообменника. Расчет и подбор вспомогательного оборудования (индивидуально по указанию преподавателя). Список литературы.

**Объём графической части курсовой работы** (2 листа формата А1, только для студентов дневной формы обучения):

1). Исходные данные, схема и цикл одноступенчатой ПКХМ, таблица характерных точек цикла, таблица с характеристиками выбранного оборудования.– 1 лист формата А1.

2). Исходные данные, схема и цикл двухступенчатой ПКХМ, таблица характерных точек цикла, таблица с характеристиками выбранного оборудования. – 1 лист формата А1.

#### **9. Курсовой проект**

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» не предусмотрено выполнение курсового проекта по

дисциплине «Холодильные машины и установки» для студентов очной формы обучения.

### **10. Самостоятельная работа бакалавра**

Характеристика самостоятельной работы студентов.

Общая продолжительность самостоятельной работы студентов (СРС), предусмотренная учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» профиля «Компрессорные машины и установки», «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.1 «Холодильные машины и установки» составляет 54 часа. Распределение учебного времени по разделам дисциплины представлены ниже в таблице.

*СРС включает следующие виды работ:*

- Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала;
- Подготовка к выполнению лабораторных работ;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Оформление отчётов по лабораторным работам;
- Выполнение курсовой работы.

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы</b>	<b>Форма СРС</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Основные понятия и определения.	4	Проработка лекционного и другого теоретического материала.	ПК-1
2	Способы получения низких температур.	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов.	ПК-1
3	Одноступенчатые паровые компрессионные холодильные машины (ПКХМ)	18	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов. Выполнение расчётного задания.	ПК-1
4	Многоступенчатые и каскадные ПКХМ.	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Выполнение расчётного задания.	ПК-1
5	Рабочие вещества ПКХМ	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Выполнение расчётного задания.	ПК-1, ПК-14
6	Основное и вспомогательное оборудование ПКХМ.	2	Проработка лекционного и другого теоретического материала	ПК-1, ПК-12
7	Технологические схемы, автоматизация ПКХМ.	2	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам	ПК-1, ПК-12, ПК-14

1	2	3	4	5
			и оформление отчётов.	
8	Газовые компрессионные холодильные машины (ГХМ), абсорбционные холодильные машины (АБХМ)	2	Проработка лекционного и другого теоретического материала.	ПК-1
9	Выполнение курсовой работы.	8	Выполнение расчётной и графической части курсовой работы.	ПК-1
	Итого:	54		

### ***11. Использование рейтинговой системы оценки знаний***

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Холодильные машины и установки» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о рейтинговой системе «КНИТУ».

По дисциплине «Холодильные машины и установки» промежуточным видом контроля является зачет, экзамен и курсовая работа.

Значения текущего рейтинга по дисциплине выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов).

Вид деятельности	Баллы min/max	
	5 семестр	6 семестр
Устный опрос	6...9	-
Лабораторная работа	30...51	-
Практическая работа	-	40...60
Тестирование	-	20...40
Экзамен	24...40	-
Итого	60...100	60...100
Курсовая работа		60...100

## 12. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 12.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Холодильные машины и установки» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Теоретические основы холодильной техники [Учебники]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и сист. жизнеобеспечения"/ А.М. Ибраев, М.С. Хамидуллин, И.Г. Хисамеев; Казанский нац. исслед. технол. ун-т, Казанский завод точного машиностроения — Казань : Слово, 2016 .— 220, [2] с.: ил. — Библиогр.: с.213-215 (31 назв.) .— ISBN 978-5-98356-305-6.	176 экз. в УНИЦ КНИТУ  ЭБ УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Ibraev-Teoreticheskie_osnovy_kholodilnoi_tekhniki_UP.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Ibraev-Teoreticheskie_osnovy_kholodilnoi_tekhniki_UP.pdf</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
2. Основы термодинамических расчётов парокомпрессионных холодильных машин [Учебники] : учеб. пособие / С.В. Визгалов [и др.] ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Слово, 2016 .— 157, [2] с. : ил. — Библиогр.: с.140-141 (18 назв.) .— ISBN 978-5-98356-309-4.	401 экз. в УНИЦ КНИТУ  ЭБ УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vizgalov-Osnovy_termodinamich_raschetov_parakompressooinnykh_mashin.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vizgalov-Osnovy_termodinamich_raschetov_parakompressooinnykh_mashin.pdf</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
3. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. В 2 ч. Ч. 1. Расчеты параметров и потерь в процессах обратных циклов [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / О.В. Белова, А.В. Чернышев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 33 с.	ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0345.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0345.html</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
4. Тепловой расчет и подбор основного оборудования парокомпрессионной холодильной машины [Учебники] : учеб. пособие / С.В. Визгалов, С.Л. Фосс, И.И. Шарапов ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2016 .— 93, [3] с. : ил. — Библиогр.: с.87 (7 назв.).	66 экз. в УНИЦ КНИТУ  ЭБ УНИЦ КНИТУ <URL: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vizgalov-Teplovoy_paschet_i_podbor.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vizgalov-Teplovoy_paschet_i_podbor.pdf</a> >. Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ

### 12.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Холодильная техника и технологии» / А.В.Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, И.А. Сакун, Л.С. Тимофеевский; Под общ. Ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 1997.–992 с.: ил.	79 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Кондрашова Н.Г., Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки. Учебник для машиностроительных техникумов. – М.: Высш. школа, 1984. – 335 с.	164 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха [Учебники]: учеб. пособие для учащ. техникумов, обуч. по спец. 0565 "Холод.-компрессорные машины и установки" .— 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989 .— 224 с. : ил., табл. — (Учебники и учеб. пособия для учащ. техникумов) .— Библиогр.: с.220 (16 назв.).	11 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Холодильные компрессоры: Справочник /Под ред. А.В.Быкова.— М. : Легкая и пищ.пром-сть, 1981 .— 279 с. : ил. — Библиогр.: с.276. Предм. указ.: с.277.	106 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Лабораторные работы по криогенной технике / Казан. хим.-технол. ин-т ; сост.: Р.М. Галиев, М.Б. Хадиев, П.В. Жидков, И.А. Шитиков .— Казань, 1987 .— 34 с.	23 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Холодильные машины : Метод.указ.к лаб.работам / КГТУ; /Сост.: И.Г.Хисамеев, М.Б.Хадиев, И.А.Шитиков, Р.М.Галиев .— Казань, 1997 .— 26 с. : ил. — Библиогр.: с.26.	7 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г.Н.Данилов, С.Н.Богданов, О.П.Иванов и др./; под ред. Г.Н.Даниловой .— 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение, 1986 .— 302 [1] с. : табл.,ил. — На обл. авт. не указ. — Библиогр.: с.298-301 (75 назв.).	42 экз. в УНИЦ КНИТУ
8. Железный Виталий Петрович. Рабочие тела парок-компрессорных холодильных машин: свойства, анализ, применение [Монографии] : монография / М-во образ. и науки, молодежи и спорта Украины, Одесская гос. акад. холода.— Одесса : Феникс, 2012 .— 421 с.: ил. — Библиогр.: с.368-392 (319 назв.).	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

### ***12.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Холодильные машины и установки» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (<http://ruslan.kstu.ru/>);
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» ([www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru));
- ЭБС «ЮРАЙТ». (<http://www.biblio-online.ru/>);
- ЭБС «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза» (<http://www.studentlibrary.ru/>);
- Электронная газета [www.holodilshik.ru](http://www.holodilshik.ru), форум интернет-журнала Холод-консультант.
- Веб-сайты ведущих мировых производителей холодильного оборудования, в частности [www.bitzer.ru](http://www.bitzer.ru), [www.copeland.ru](http://www.copeland.ru), [www.york.ru](http://www.york.ru)

Согласовано:  
Зав. сектором ОКУФ



### ***12.4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## ***12.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины***

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины Б.1.В.ДВ.10.1 «Холодильные машины и установки» используются следующие средства для проведения занятий.

### **1. Лекционные занятия:**

а) раздаточные материалы в виде рисунков, схем, диаграмм и т.д. по теме лекции;

б) аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, ноутбук.

### **2. Практические занятия:**

а) презентационная техника: проектор, экран, ноутбук;

б) специализированное ПО *Refrigeration Utilities*.

### **3. Лабораторные занятия:**

а) лабораторные установки для проведения лабораторных работ в лаборатории кафедры «Компрессорные машины и установки»;

б) плакаты, макеты холодильных машин и их отдельных элементов.

### **4. Прочее:**

а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

в) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## ***13. Образовательные технологии***

Количество часов в интерактивной форме составляет 20 часов от общего количества аудиторных часов.

В рамках изучения дисциплины Б.1.В.ДВ.10.1 «Холодильные машины и установки» могут применяться следующие современные образовательные технологии:

- информационные технологии (выполнение графической части проекта работа с применением программного продукта «КОПМАС»);
- оформление пояснительной записки с использованием *Microsoft Office*;
- выполнение расчётных работ с применением специализированного ПО *Refrigeration Utilities*.

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Холодильные машины и установки»

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

для профиля «Компрессорные машины и установки»

для набора обучающихся 2019 года

форма обучения очная

пересмотрена на заседании кафедры «Компрессорных машин и установок»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Шарапов И.И.	Подпись заведующего кафедрой Сагбиев И.Р.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	№11 от 28 июня 2019г.	Есть*	Нет			

\* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<http://www.elibrary.ru>

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Холодильные машины и установки»:

- MS Office,

- Аскон Компас 3D.