

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЭНИИ

Завьялов В.М.

« 24 » 02 2016 г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И УСТАНОВКИ

Направление ООП: 03.04.02 Физика

Профиль подготовки:

Производство, транспорт и хранение сжиженного природного газа

Квалификация (степень) магистр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 2 Семестр 3

Количество кредитов 3

Код дисциплины M1.BM4.2.6

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	
Аудиторные занятия, ч	24
Самостоятельная работа, ч	84
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации Зачет в 3 семестре

Обеспечивающее подразделение каф. ТПТ

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ 

Кузнецов Г.В.

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП 

Лидер А.М.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ 

Нагорнова Т.А.

2016 г.

## **1. Цели освоения модуля (дисциплины)**

В результате освоения данной дисциплины магистр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение Ц1, Ц2 и Ц5 основной образовательной программы «Физика».

Теоретически и практически ознакомить будущих специалистов:

1. с основами получения, передачи и использования холода;
2. с методами расчёта и проектирования холодильных установок и систем;
3. с методами оценки эффективности, надёжности и безопасности холодильных систем при разработке, проектировании и эксплуатации теплоэнергетических комплексов с учетом особенностей промышленных предприятий.

## **2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП**

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля (М1.ВМ4) учебного плана. Модуль (дисциплина) «Холодильные машины и установки» входит в специальную часть магистерской подготовки профессионального цикла ООП.

Дисциплине «Холодильные машины и установки» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ): «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Специальный физический практикум», «Физико-химические основы теплообменных процессов».

Содержание разделов дисциплины «Холодильные машины и установки» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ): «Установки и системы низкотемпературной техники», «Криовакуумная техника», «Теплофизические процессы в криогенных системах», «Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок», «Технология получения и транспортировки сжиженного газа».

## **3. Результаты освоения модуля (дисциплины)**

После изучения данной дисциплины магистранты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: Р2, Р7, Р8, Р9. Соответствие результатов освоения дисциплины «Холодильные машины и установки» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице 1.

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т. ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1 Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P2 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.2.1.	порядок использования справочно-информационных изданий и сайтов по фундаментальным исследованиям в области физики конденсированного состояния и научной аппаратуре;	У.2.1.	осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований	В.2.1.	методами исследований механических, электрических, магнитных и тепловых свойств твердых тел, а также умением модернизировать и создавать новые приборы и устройства;
	3.2.2.	специальную литературу и научно-техническую информацию, научные достижения в области профессиональной деятельности, проблемы и предполагаемые методы решения;	У.2.2.	самостоятельно квалифицировать современное лабораторное и аналитическое оборудование и приборы по профессиональному направлению исследований.	В.6.2.	работать с результатами испытаний и обрабатывать результаты методами статистической и математической обработки экспериментальных данных.
	P7 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.7.2	существующие установки (машины), предназначенные для данных целей	У. 7.2	использовать основные законы естественнонаучных и математических дисциплин в процессах в теплотехнических устройствах;	В. 7.2
3.7.3		основные законы естественно-научных и математических дисциплин;	У.7.3	выявлять достоинства и недостатки известных технических решений, находить пути устранения недостатков;	В.7.3	оценки конкурентных преимуществ инженерных решений;
P8 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.8.2	основные теплофизические процессы, протекающие в энергетических машинах и аппаратах;	У.8.2	обрабатывать результаты исследований;	В. 8.3	навыками применения стандартных и оригинальных методик для определения теплофизических, термодинамических и теплотехнических свойств различных сред, участвующих в рабочих процессах в теплотехнических устройствах.

Р9 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.8.2	способы и методы формирования у студентов способности применять общие методы к решению нестандартных проблем к профессиональной области;	У.8.2	планировать на высоком профессиональном уровне и самостоятельно проводить эффективную научную работу, а также критически оценивать ее результаты;	В. 8.2	подготовкой к реализации научной работы и научных проектов различного уровня проектных систем федерального уровня, а также международных грантов;
	3.8.3	основные принципы работы в команде и методы работы многопрофильной группе специалистов	У. 8.3	представлять итоги выполненной работы в виде докладов, научных публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий и ораторского искусства, а также добиваться их признания профессионалами.	В. 8.3	методами и способами организации научно-исследовательских работ, управления научным коллективом, обусловленными способностями проявлять инициативу и личную ответственность, самостоятельность, готовность к разрешению сложных, конфликтных и непредсказуемых ситуаций.

В результате освоения дисциплины (модуля) «Холодильные машины и установки» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2 Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
	В результате освоения дисциплины магистр должен сформировать профессиональные компетенции:
РД1	Принимать участие в фундаментальных исследованиях и проектах в области холодильных машин и установок, а также в модернизации современных и создании новых методов получения, транспортировки, использовании холода.
РД2	Проявлять способность к планированию и проведению аналитических имитационных исследований холодильных машин на лабораторных стендах и объектах промышленного комплекса с применением современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области научных исследований по выбору рабочих тел для эффективного холодоснабжения, знать правовые основы в области интеллектуальной собственности.
	В результате освоения дисциплины магистр должен сформировать универсальные компетенции:
РД3	Уметь интегрировать знания в сфере научных исследований и решать задачи, требующие абстрактного и креативного мышления и оригинальности в разработке концептуальных аспектов проектов научных исследований в области низкотемпературной техники.
РД4	Понимать необходимость самостоятельного обучения и повышения квалификации в области современного оборудования холодильной техники по подбору элементного состава холодильных систем и выбора рабочих тел для эффективного холодоснабжения в течение всего периода профессиональной деятельности.
РД5	Проявлять способность, эффективно работать самостоятельно и в команде, а также быть готовым к педагогической деятельности в области холодильных машин и установок.

#### **4. Структура и содержание модуля (дисциплины)**

##### **Раздел 1. Основные понятия и определения.**

*Практические занятия:* введение; основы производства холода; расчет теоретических циклов паровой холодильной машины.

*Самостоятельная работа студентов:* Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на практических и лабораторных занятиях с использованием дополнительной литературы.

##### **Раздел 2. Основные принципы расчёта холодильных машин.**

*Практические занятия:* холодильные компрессоры; расчет объемных и энергетических потерь в действительном компрессоре и их учет с помощью коэффициентов; тепловой расчет компрессора; газовые холодильные машины; расчет уравнений теплового баланса для газовых холодильных машин; теплоиспользующие холодильные машины; тепловой расчет АБХМ.

*Самостоятельная работа студентов:* Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на практических и лабораторных занятиях с использованием дополнительной литературы.

##### **Раздел 3. Подбор элементного состава холодильных систем.**

*Практические занятия:* способы и системы охлаждения помещений; расчет воздушного и смешанного охлаждения; тепловая изоляция холодильных машин; расчет тепловой изоляции аппаратов и трубопроводов; определение необходимой толщины тепловой изоляции; тепловой расчет холодильных систем; метод теплового расчета; определение теплопритока через ограждения; определение необходимой холодопроизводительности компрессора и камерного оборудования; выбор оборудования холодильных систем; выбор холодильного оборудования.

*Самостоятельная работа студентов:* Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на практических и лабораторных занятиях с использованием дополнительной литературы.

#### **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

##### **6.1. Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую самостоятельную работу. Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с литературой и электронными источниками информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий и контрольных работ;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает: поиск, анализ, структурирование и презентация информации.

### 6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Самоконтроль организуется посредством календарного рейтинг-плана освоения дисциплины. Контроль со стороны преподавателя ведется путем проведения защит индивидуальных заданий и докладов, контрольных опросов на практических и лекционных занятиях.

## 7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролируемые мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
<i>выполнение практических заданий</i>	РД1, РД2
<i>презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели</i>	РД3, РД4, РД5
<i>экзамен</i>	РД4, РД5, РД3

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрена проверка ритмичности работы студентов, оценка усвоения теоретического, практического материала и приобретенных знаний, умений и навыков.

Текущий контроль обеспечивается:

- опросом студентов на практических занятиях, решением задач;
- выполнением и защитой контрольного задания;
- ежемесячной аттестацией студентов по результатам посещения лекционных и практических занятий, работе на конференц-недели.

По дисциплине составлен рейтинг-план в соответствии с которым результаты текущей аттестации подаются в учебную часть ЭНИН.

### Примеры вопросов промежуточной аттестации

Экзаменационный билет по дисциплине включает три вопроса.

Первый блок вопросов (10 баллов)

1. Дать определение теплоте и холоду.
2. Какой цикл называется холодильным?
3. Способы получения холода?
4. Характеристика холодильной машины.
5. Области применения каскадных и двухступенчатых холодильных машин
6. Применение теплоиспользующих холодильных машин

7. Сравнение энергетической эффективности теоретических циклов двухступенчатых холодильных машин с промежуточным сосудом.
8. Влияние многоступенчатого сжатия и дросселирования на необратимые потери и энергетическую эффективность в циклах холодильных машин.
9. Выбор промежуточного давления в двухступенчатых холодильных машинах.
10. Классификация холодильных машин.
11. Особенности работы эжекторных машин на различных рабочих веществах.

#### Второй блок вопросов (15 баллов)

1. Воздушная холодильная машина.
2. Теоретические циклы регенеративных ГХМ с детандером. (Замкнутый цикл).
3. Схема и цикл регенеративной газовой холодильной машины с теплообменом. (Разомкнутый цикл).
4. Паровая компрессионная холодильная машина
5. Теоретические циклы и принципиальные схемы одноступенчатых холодильных машин
6. Отличие теоретического цикла пароконденсационной машины от действительного.
7. Тепловые насосы
8. Холодильная машина с детандером в области влажного пара
9. Пароэжекторные холодильные машины

#### Третий блок вопросов (15 баллов)

1. Холодильная машина с дроссельным вентилем и всасыванием сухого насыщенного пара.
2. Одноступенчатая холодильная машина с всасыванием перегретого пара и дросселированием переохлажденной жидкости.
3. Одноступенчатая холодильная машина с водяным теплообменником (переохладителем).
4. Одноступенчатая холодильная машина с регенеративным теплообменником.
5. Одноступенчатая холодильная машина с регенеративным теплообменником и бессальниковым компрессором.
6. Двухступенчатая холодильная машина со змеевиковым промежуточным сосудом и неполным промежуточным охлаждением.
7. Двухступенчатая холодильная машина со змеевиковым промежуточным сосудом и полным промежуточным охлаждением.
8. Двухступенчатая холодильная машина с двумя испарителями.
9. Теоретическая трехступенчатая холодильная машина.
10. Трехступенчатая холодильная машина для получения твердой двуокиси углерода (сухого льда).
11. Цикл и принципиальная схема каскадной холодильной машины.
12. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной машины

13. Простейшая схема абсорбционной холодильной машины.
14. Тепловой расчет простейшей схемы машины.
15. Абсорбционная машина с теплообменником растворов и ректификацией пара после генератора.
16. Особенности процессов абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин
17. Схема и теоретический цикл АБХМ с одноступенчатой генерацией пара рабочего вещества и совмещенным тепломассопереносом в аппаратах.

### **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

### **9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

Основная литература:

1. Курылев, Евгений Сергеевич Холодильные установки : учебник для вузов / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. — 2-е изд., стер.. — СПб.: Политехника, 2004. — 576 с.: ил.
2. Дячек, П. И. Холодильные машины и установки : учебное пособие / П. И. Дячек. — Москва: Феникс, 2007. — 424 с.: ил
3. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 2-е изд.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2407.pdf>
4. Пигарев, Виктор Егорович Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха : учебник / В. Е. Пигарев, П. Е. Архипов. — Москва: Маршрут, 2003. — 424 с.: ил.

Дополнительная литература:



1. Комарова, Н. А. Холодильные установки. Основы проектирования / Н. А. Комарова. — Кемерово: КемТИПП, 2012. — 368 с.. — Доступ только с авторизованных компьютеров.. — ISBN 978-5-89289-727-3. Схема доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-89289-727-3>
2. Полевой, Алексей Александрович Холодильные установки / А. А. Полевой. — СПб.: Профессия, 2011.
3. Доссат, Рой Дж. Основы холодильной техники : пер. с англ. / Р. Дж. Доссат, Т. Дж. Хоран. — Москва: Техносфера, 2008. — 821 с.: ил.
4. Борисов, Борис Владимирович Практикум по технической термодинамике и тепломассообмену [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m249.pdf>

Программное обеспечение и *Internet-ресурсы*:

<http://techlibrary.ru/>

<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-4/index.htm>

<http://library.khstu.ru/>

<http://www.elibrary.ru/>

## **10. Материально - техническое обеспечение модуля (дисциплины)**

Практические занятия и самостоятельная работа студентов обеспечены современной лабораторной базой и вычислительной техникой, позволяющей проводить исследования процессов на современном уровне в соответствии с требованиями ООП.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории,	Корпус, ауд., количество установок
1	Лекционные аудитории с мультимедийным оборудованием,	4 к. -27,29 ауд.
2	Лабораторные аудитории с оборудованием по основам термодинамики и тепломассообмена	4 к. – 107 ауд.

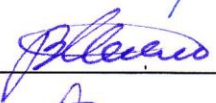
Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 03.04.02 Физика.

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической и промышленной теплотехники

с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки

(протокол № 7 от «05» 022016 г.).

Автор(ы) \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Нагорнова Т.А.

Рецензент(ы) \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Максимов В.И.

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Захаревич А.В.