

30.08.18г.

04.08-08/58

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Дополнительное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ  
«Практико-ориентированная программа  
«Основы холодильной техники»»

Регистрационный № 180325

Автор: Лавров Н.А.

Москва - 2018 г.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

**1.1. Программа направлена на** получение знаний по основам холодильной техники, основным частям и типам холодильных машин, практическим навыкам работы по сборке, заправке, испытаниям, поиску неисправностей и их устранению.

**1.2. Цель программы** – дать основные знания и практические навыки работы с типовым холодильным оборудованием. Повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем гармонизации лучших практик и профессиональных стандартов. Подготовка к участию в конкурсе по профессиональному мастерству.

**1.3. Категория слушателей** – лица не моложе 14 лет, обучающиеся и выпускники общеобразовательных учебных заведений.

**1.4. Задача программы:** приобретение начальных знаний о принципах работы машин и аппаратов холодильной техники.

**1.5. Трудоемкость обучения:** 36 учебных часов, в том числе: лекций – 8 аудиторных часов, практических занятий – 8 аудиторных часов, лабораторных работ – 17 аудиторных часов и 3 часа самостоятельной работы.

**1.6. Режим занятий:** обучение производится 6 раз в неделю по 6 академических часов. В последний день предусматривается итоговое мероприятие – зачет.

**1.7. Форма обучения:** очная.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### 2.1. СЛУШАТЕЛЬ, ОСВОИВШИЙ ПРОГРАММУ, ДОЛЖЕН:

#### 2.1. Знать:

- области применения техники низких температур;
- основные способы понижения температуры;
- типы холодильных машин;
- основные части бытовых и промышленных холодильных машин;
- рабочие вещества, используемые в холодильной технике.

#### 2.2. Уметь:

- рассчитывать основные характеристики холодильного цикла;
- осуществлять процесс сборки простейшей холодильной установки из отдельных частей и запуска её в эксплуатацию.

#### 2.3. Владеть:

- расчётом по диаграмме рабочих веществ характеристик холодильных машин;
- методами подбора рабочего вещества;
- навыками работы с холодильным оборудованием;
- методикой диагностики неисправностей и способов их устранения.

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 3.1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Виды занятий	Объем занятий, час
Аудиторные занятия	33 аудиторных часа
из них:	
Лекции	8 аудиторных часов
Практические занятия	8 аудиторных часов
Лабораторные работы	17 аудиторных часов
Самостоятельная работа	3 часа
Итоговое мероприятие	зачет
<b>Всего:</b>	<b>36 часов</b>

### 3.2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование модуля (раздела, темы)	Всего часов	в т. ч. аудиторная:			Самостоятельная работа	Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основные способы понижения температуры	8	2	2	4	-	-
2.	Принцип работы бытового холодильника и других холодильных машин	8	2	2	4	1	Собеседование
3.	Основные части парокомпрессионной холодильной машины	8	2	2	4	1	Собеседование
4.	Определение основных характеристик холодильной машины, поиск неисправностей и их устранение	9	2	2	5	1	Собеседование
5.	Итоговое мероприятие	-	-	-	-	-	зачет
<b>Итого</b>		<b>36</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>-</b>
			<b>33</b>				

### 3.3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование раздела	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день
1	Основные способы понижения температуры						
2	Принцип работы бытового холодильника и других холодильных машин						
3	Основные части холодильной машины						
4	Определение основных характеристик холодильной машины, поиск неисправностей и их устранение						
5	Итоговое мероприятие						зачет

Минимальный срок освоения программы - 6 дней.

### 3.4. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

№ п/п	Тема лекции, практических занятий, лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы слушателей	Содержание лекционных и практических занятий, используемых образовательных технологий и самостоятельной работы слушателей; перечень рекомендуемой литературы
1	<b>Тема 1. Основные способы понижения температуры</b>	<p>Лекция 1. Основные понятия холодильной техники. Понятие температуры и температурные шкалы. Абсолютный нуль температур. Основные принципы понижения температуры. Холодильная машина, её основные части и их характеристики. Расширение сжатых газов и жидкостей – основной процесс понижения температуры.</p> <p>Практическое занятие 1. Техника безопасности при работе со сжатыми газами и с сосудами, находящимися под давлением. Основные процессы понижения температуры и их реализация в холодильных установках: бытовой холодильник, промышленная турбохолодильная установка, автомобильный термоэлектрический холодильник.</p> <p>Лабораторная работа 1. Определение понижения температуры при реализации основных процессов расширения сжатых газов и жидкостей на экспериментальном стенде.</p> <p>Лабораторная работа 2. Взаимосвязь давления и температуры для газов и жидкостей. Навыки работы с инструментами и измерительными приборами низкотемпературной техники.</p>
2	<b>Тема 2. Принцип работы бытового холодильника и других холодильных машин</b>	<p>Лекция 2. Бытовой холодильник и его основные части. Основной принцип работы парокомпрессионной холодильной машины с воздушным испарителем и воздушным конденсатором. Холодильный цикл и его основные процессы. Полный перепад температур в конденсаторе и испарителе. Перегрев хладагента в испарителе и переохлаждение в конденсаторе. Заправка холодильной машины хладагентом. Показатели избыточной и недостаточной заправки холодильной машины.</p> <p>Практическое занятие 2. Основные рабочие тела холодильной техники и сравнительный анализ их общих свойств, температур кипения, плавления тройной и критической точек, плотности жидких и твердых фаз, теплоты испарения, теплоемкости. Специфические свойства фреонов, аммиака, воздуха. Проблема сохранения озонового слоя. Практические свойства рабочих веществ: взаимная растворимость с водой и маслом, взрывоопасность, взаимодействие с различными материалами.</p> <p>Лабораторная работа 3. Прокладка и подключение соединительных трубопроводов согласно техническим стандартам. Проверка давления в системе. Грубый поиск утечек. Оценка герметичности системы и устранение грубых течей. Удаление воздуха из холодильной</p>

		<p>системы, осушка системы, определение и оценка величины предельного вакуума. Вакуумирование и осушка системы холодильной установки. Подтверждение наличия и оценка конечного вакуума.</p> <p>Лабораторная работа 4. Заполнение хладагентом системы простой холодильной установки. Определение количества хладагента, необходимого для заполнения системы.</p>
3	<b>Тема 3. Основные части холодильной машины</b>	<p>Лекция 3. Холодильные компрессоры и их основные типы: поршневые, спиральные, винтовые, центробежные. Испарители и конденсаторы холодильных машин. Расширительные устройства: капилляры, терморасширительные вентили, электrorасширительные вентили. Ресивер и его назначение. Фильтр-осушитель, смотровое стекло. Средства регулирования и защиты холодильной установки.</p> <p>Практическое занятие 3. Конструкции холодильных компрессоров. Сравнение характеристик и областей применения различных типов холодильных компрессоров. Конструкции воздушных испарителей и конденсаторов.</p> <p>Лабораторная работа 5. Запуск в эксплуатацию холодильной установки. Настройка предохранительного устройства от повышения давления выше допустимого значения. Проверка функционирования предохранительного устройства от повышения давления выше допустимого значения. Настройка и проверка функционирования реле низкого давления.</p> <p>Лабораторная работа 6. Настройка комнатного термостата. Проверка функционирования комнатного термостата. <del>Настройка расширительного клапана.</del></p> <p>Контроль перегрева холодильной установки. Предпосылки проверки корректной настройки перегрева.</p>
4	<b>Тема 4. Определение основных характеристик холодильной машины, поиск неисправностей и их устранение</b>	<p>Лекция 4.. Влияние неконденсирующихся примесей и воды на работу холодильной машины. Признаки «слабых» испарителей и конденсаторов. Преждевременное вскипание хладагента.</p> <p>Лабораторная работа 7. Проверка электронного устройства для поиска утечек (течеискателя). Технология использования электронного течеискателя для поиска утечек. Чувствительный поиск течи с помощью электронного течеискателя. Остановка холодильной установки для проведения сервисного обслуживания.</p> <p>Лабораторная работа 8. Испытание пароконденсационной холодильной машины. Давление испарения и конденсации и сравнение их с данными по измеренным температурам воздуха в испарителе и конденсаторе. Работа запорно-регулирующей арматуры.</p>
5	<b>Итоговое мероприятие</b>	<p>Зачет. Зачет проводится в присутствии только экзаменаторов. Экзаменаторами могут быть только преподаватели, участвующие в реализации программы. Средства оценки текущей успеваемости по итогам освоения ДПП «Холодильные машины и системы кондиционирования воздуха» представляют собой</p>

		<p>комплект контролирующих материалов следующих видов: ответ на вопросы экзаменатора; общая дискуссия; сравнительная оценка, анализ ошибок; итоговое обсуждение результатов обучения.</p> <p>Оценка успешности освоения программы: «зачет» - более 75% правильных ответов; «незачет» - менее 75% правильных ответов.</p> <p>Регламент проведения зачета включает в себя следующие действия: получении экзаменуемым билета с вопросами, самостоятельной подготовки к письменному ответу на вопросы билета с использованием справочных материалов в течение времени не более 45 минут, проверке экзаменатором письменных ответов на вопросы билета, ответы на дополнительные вопросы экзаменатора, оценивании экзаменатором совокупности письменных и устных ответов экзаменуемого с учётом его активности при проведении занятий.</p> <p>Билет для проведения зачёта включает два вопроса из четырёх рассмотренных тем. В качестве дополнительных вопросов по не охваченным в вопросах и задаче темам могут быть использованы варианты тестов по темам.</p>
6	<b>Рекомендуемая литература:</b>	
<b>Основная:</b>	<p>1. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для вузов / Архаров А. М., Архаров И. А., Антонов А. Н. [и др.] ; общ. ред. Архаров А. М., Буткевич И. К. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 582 с.: ил. - Библиогр.: с. 581.</p> <p>2. Теплотехника: учебник для вузов / Александров А. А., Архаров А. М., Архаров И. А. [и др.]; общ. ред. Архаров А. М., Афанасьев В. Н. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 791 с.: ил. - Библиогр.: с. 788. - ISBN 978-5-7038-3370-4.</p> <p>3. Маринюк, Б. Расчеты теплообмена в аппаратах и системах низкотемпературной техники / Б. Маринюк. - М.: Машиностроение, 2015. - 272 с.</p>	
<b>Дополнительная</b>	<p>4. Лэнгли Б. Руководство по устранению неисправностей в оборудовании для кондиционирования воздуха и в холодильных установках. - М. «Евроклимат», Изд-во «Техносфера», 2003 г. -230 с. ISBN:5-94836-047-4</p> <p>5. Хоран Т. Дж., Доссат Р. Дж. Основы холодильной техники / Хоран Т. Дж., Доссат Р. Дж.; пер. с англ. Аникин С. В.; ред. пер. Каплан Л. Г. - М.: Техносфера, 2008. - 821 с.: ил. - (Мир физики и техники). - ISBN 978-5-94836-158-1.</p> <p>6. Дячек П. И. Холодильные машины и установки : учеб. пособие / Дячек П. И. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. - 421 с.: ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 419-421. - ISBN 978-5-222-11403-2.</p> <p>7. Румянцев Ю. Д., Калюнов В. С. Холодильная техника : учебник для вузов / Румянцев Ю. Д., Калюнов В. С. - СПб. : Профессия, 2005. - 359 с. : ил. -</p>	

(Специалист). - Авт. на тит. л. не указаны. - ISBN 5-93913-008-9.

8. Брайдерт Г.-Й. Проектирование холодильных установок. Расчеты, параметры, примеры : пер. с нем. / Брайдерт Г.-Й. ; пер. Казанцева Л. Н. - М. : Термокул : Техносфера, 2006. - 335 с. : ил. - (Мир физики и техники). - ISBN 5-94836-089-X.

#### 4. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

##### Промежуточная форма контроля

Промежуточный контроль определяет уровень усвоения изученного учебного и практического материала.

Более 75% правильных ответов – оценка «зачтено»;

Менее 75% правильных ответов – оценка «не зачтено».

##### Варианты вопросов к промежуточной форме контроля:

1. Возможно ли, что для холодильной машины холодильный коэффициент будет больше 10?
2. Возможно ли отрицательное значение холодильного коэффициента?
3. Что означает переохлаждение хладагента в конденсаторе?
4. Как можно определить температуру испарения, если известно давление хладагента на всасывании в компрессор?
5. В каком случае используется многоступенчатое сжатие хладагента в холодильной установке?
6. Что означает полный перепад температур в испарителе?
7. В каком случае мощность испарителя может быть больше мощности компрессора?
8. Как изменится давление испарения при понижении температуры воздуха в испарителе холодильной машины?
9. В каком случае геометрические размеры конденсатора холодильной машины будут больше, если в первом случае охлаждение производится воздухом, а во втором – водой, имеющие одинаковые температуры?
10. Возможно ли использование термоэлектрического холодильника для поддержания постоянной температуры охлаждения при сильно меняющейся температуре окружающей среды ?
11. Какой основной процесс понижения температуры в абсорбционной холодильной машине?
12. С помощью какого прибора можно изменить температуру кипения хладагента в бытовом холодильнике с воздушным испарителем и конденсатором?
13. Как изменятся характеристики парокомпрессионной холодильной машины, если поменять между собой воздушные испаритель и конденсатор?
14. В каком случае расстояние между ребрами воздушных испарителей холодильных машин будет больше - при их использовании в системах кондиционирования или для морозильных камер ?
15. В каких случаях применяются в холодильных установках поршневые компрессоры, а в каких - центробежные?

#### 5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

##### 5.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

При проведении занятий и защите итоговой работы используются: мультимедийный проектор, персональный компьютер, динамики, экран, лазерная указка, современное лабораторное оборудование отечественного и зарубежного производства, в том числе компании LUCAS-NÜLLE.

## 5.2. КВАЛИФИКАЦИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Образование	Должность, ученая степень, звание. Стаж работы в данной или аналогичной должности, лет
1	Апент Константин Александрович	высшее	ассистент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, педагогический стаж 2 года
2	Борисенко Артём Витальевич	высшее	ассистент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, педагогический стаж 2 года
3	Казакова Анастасия Александровна	высшее	доцент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., педагогический стаж 7 лет
4	Жаров Антон Андреевич	высшее	доцент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., доцент, педагогический стаж 10 лет
5	Лавров Николай Алексеевич	высшее	профессор кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, д.т.н., доцент, педагогический стаж 24 года
6	Шереметьев Станислав Сергеевич	высшее	ассистент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, педагогический стаж 2 года
7	Шиннов Виктор Викторович	высшее	доцент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., доцент, педагогический стаж 34 года

Автор программы:  
 профессор кафедры «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» (Э-4)  
 МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., доцент



Н.А. Лавров

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник УМО ИСОТ  
 МГТУ им. Н.Э. Баумана



А.Ю. Шмаков