

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кемеровский государственный университет» (КемГУ)

Управление развития дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по цифровизации
и проектной работе

_____ / Котов Р.М. /

_____ 20__ г.

ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

(профессиональная переподготовка)

Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок

Начальник УРДО

О.М. Левкина

1. Общая характеристика программы

Нормативно-правовую основу разработки программы составляют: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов»;

- Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;

- Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;

- Методические рекомендации-разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов (письмо Минобрнауки ВК-1032/06 от 22.04.2015).

- Приказ Минобрнауки России от 01.06.2020 № 698 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения.

- Приказ Минтруда России от 22.04.2021 № 269н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по проектированию систем холодоснабжения".

- Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2019 Выпуск №1 ЕТКС, Раздел ЕТКС «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства». Аппаратчик воздуходеления.

- Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2019 Выпуск №1 ЕТКС, Раздел ЕТКС «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства». Машинист воздуходелительных установок.

- Положение о порядке реализации образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам - программам повышения квалификации, программам профессиональной переподготовки.

- иные нормативные правовые акты, регламентирующие образовательную деятельность в Российской Федерации.

1.1. Цель реализации программы

Программа профессиональной переподготовки «Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок» разработана для лиц, имеющих или

получающих среднее профессиональное или высшее образование по техническим направлениям подготовки.

Цель программы: формирование профессиональных компетенций, позволяющих обучающемуся, успешно работать в избранной сфере деятельности, быть устойчивым и востребованным на рынке труда.

Реализация программы позволит решить следующие задачи:

- обеспечить профессиональное соответствие работников занимаемым должностям в сфере эксплуатации криогенных систем;
- сформировать профессиональные компетенции, наиболее востребованные при работе в криогенной технике.

1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Сферой профессиональной деятельности является техническая эксплуатация воздуходелительных установок.

Объектом профессиональной деятельности является действующий или проектируемый производственный объект с криогенными системами предназначенными для разделения воздуха.

Слушатель, успешно завершивший обучение по данной программе, должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

организационно-управленческая деятельность:

организация работы малых коллективов и групп исполнителей в процессе решения конкретных профессиональных задач;

производственно – технологическая:

- эксплуатация воздуходелительных установок на различных предприятиях с использованием современных достижений отечественной и зарубежной науки техники;

- участие в работах по рациональному ведению технологических процессов в криогенной технике;

- проведение расчетно-экспериментальных работ по анализу характеристик конкретных воздуходелительных установок и систем, участие в использовании технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов криогенных систем различного назначения.

Связь программы «Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок» с квалификационными характеристиками профессий сотрудников, осуществляющих работы проектировщика воздуходелительных установок.

Квалификационная характеристика

Наименование программы	ЕТКС	Уровень квалификации
«Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок»	Аппаратчик воздуходеления; Машинист воздуходелительных установок. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2019 Выпуск №1 ЕТКС, Раздел ЕТКС «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства».	4

Сопоставление квалификационных требований к результатам подготовки по образовательной программе ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень бакалавриата), утвержденный Приказом Минобрнауки России от 01.06.2020 № 698.

Таблица 2

Код	Результаты освоения ООП (Содержание компетенций)	Индикаторы достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Выполнение расчетов, выбор оборудования и средств автоматического управления систем холодоснабжения	ПК-1.1 Формулирование технических и технологических требований к проектируемым системам холодоснабжения, определение основных технико-экономических показателей проектируемых систем холодоснабжения, выполнение сравнительной оценки	Знать: Требования нормативной документации по холодоснабжению; - Требования нормативной документации по проектированию систем холодоснабжения; - Методы определения основных технико-экономических показателей систем холодоснабжения Уметь: Производить расчет и анализ показателей

		<p>технических решений и вариантов основного оборудования в обеспечение всех заданных режимов работы систем холодоснабжения;</p>	<p>технологических и технических решений систем холодоснабжения; - Применять справочную и нормативную документацию для определения основных технико-экономических показателей проектируемых систем холодоснабжения и выбора основных технических и технологических решений, включая тип применяемого основного оборудования, для обоснованного принятия решений по системе холодоснабжения</p>
		<p>ПК-1.3 Расчет и определение основных параметров и режимов работы систем холодоснабжения, выполнение расчетов, анализ вариантов и определение основного и вспомогательного оборудования, необходимого для проектируемых систем холодоснабжения, разработка схемных проектных решений систем холодоснабжения, обеспечивающих показатели заданной производительности, надежности, установленные заданием на проектирование и предшествующими стадиями разработки</p>	<p>Знать: Правила использования профессиональных компьютерных программных средств, необходимых для проектирования систем холодоснабжения; - Методы определения основных технико-экономических показателей систем холодоснабжения;</p> <p>Уметь: Использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудование системы холодоснабжения; - Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное</p>

			программное обеспечение для решения задач
ПК-2	Формирование основных технических решений для систем холодоснабжения	<p>ПК-2.1 Выбор технологических и технических решений при проектировании систем холодоснабжения, детализация основных технических и технологических требований к проектируемым системам холодоснабжения, поиск и предварительный анализ современных технических и технологических решений, возможных к применению на проектируемых системах холодоснабжения, выполнение сравнительной оценки технических решений и вариантов применяемого оборудования в обеспечение всех заданных режимов работы системы холодоснабжения</p>	<p>Знать: Требования нормативной документации по холодоснабжению; - Требования нормативной документации по проектированию систем холодоснабжения; - Положения нормативной документации по промышленной безопасности опасных производственных объектов; - Перспективы технического развития отрасли холодоснабжения;</p> <p>Уметь: Анализировать варианты проектных решений систем холодоснабжения с целью выявления преимуществ и недостатков, оценивать риски, связанные с реализацией проекта;</p>

1.3. Требования к результатам освоения программы

Дополнительная профессиональная образовательная программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом Минобрнауки России от 01.06.2020 № 698.

Результаты освоения программы определяются приобретаемыми обучающимся компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими **профессиональными компетенциями:**

готовностью анализировать и проектировать схемные решения воздуходелительных установок, выполнять расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, использующихся в криогенной технике с использованием современных вычислительных методов (ПК-1).

В результате обучения слушатель должен:

Знать:

- основные способы получения температур криогенного уровня;
- термодинамические основы ожижения воздуха и его компонентов;
- принципы разделения воздуха на компоненты методом низкотемпературной ректификации.

Уметь:

- проводить термодинамический анализ процессов происходящих в воздуходелительных установках, машинах и аппаратах криогенных систем;
- осуществлять подбор, модернизацию и оптимизацию машин и аппаратов криогенных систем.

Владеть:

- современными вычислительными методами для выполнения проектно-конструкторских и расчетных работ.

1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы

Программа «Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок» разработана лиц, имеющих или получающих среднее профессиональное или высшее образование по техническим направлениям подготовки.

Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

1.5. Трудоемкость обучения

Трудоемкость обучения по данной программе – 252 часа (7 ЗЕ), включая все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя, практики и время, отводимое на контроль качества освоения слушателем программы.

Распределение часов по видам учебной работы

Теоретическое обучение (лекции, практические, семинарские занятия, тренинги и т.п.)	24 час.
---	---------

Производственная практика	72 час.
Самостоятельная работа	138 час.
Итоговая аттестация: экзамен	18 час.
ИТОГО:	252 час.

1.6. Форма обучения

Обучение по программе профессиональной переподготовки «Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок» осуществляется в очно-заочной форме обучения.

1.7. Режим занятий

Учебная нагрузка устанавливается не более 36 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Для всех видов аудиторных занятий устанавливается академический час продолжительностью 45 минут.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

Реализации программы «Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок»
(очно-заочная форма обучения)

Таблица 1

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин	Общая трудоемкость, час.	Аудиторные занятия, час.		Самост. работа	Форма контроля
			лекции	практич. и лаборат. занятия		
1	Базовые термодинамические понятия и законы. Термодинамические диаграммы криоагентов.	26	2	2	22	Зачет
2	Процессы охлаждения в криогенных системах.	26	2	2	22	Зачет

3	Идеальные и реальные циклы криогенных систем. Дроссельные циклы ожижения воздуха. Комбинированные циклы ожижения воздуха.	40	2	4	34	Зачет
4	Разделение газовых смесей низкотемпературными методами. Ректификационные колонны.	56	4	4	48	Зачет
5	Теплообмен при криогенных температурах. Эффективность криогенных теплообменников. Криогенная теплоизоляция.	14	2		12	Зачет
6	Производственная практика	72				Зачет
	Итоговая аттестация. Междисциплинарный экзамен	18				Экзамен
	Всего	252				

2.2. Календарный учебный график

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин	Общая трудоемкость, час.	Дни недели							
			1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	
1	Базовые термодинамические понятия и законы. Термодинамические диаграммы криоагентов.	26	УП, 3							
2	Процессы охлаждения в криогенных системах.	26	УП	УП, 3						
3	Идеальные и реальные циклы криогенных систем. Дроссельные циклы ожижения воздуха. Комбинированные циклы ожижения воздуха.	40		УП	УП, 3					
4	Разделение газовых смесей низкотемпературными методами. Ректификационные колонны.	56			УП	УП	УП, 3			
5	Теплообмен при криогенных температурах. Эффективность криогенных теплообменников. Криогенная теплоизоляция.	14					УП, 3			
6	Производственная практика	72					УП	УП	УП, 3	
	Итоговая аттестация междисциплинарный экзамен	18								Э

Условные обозначения

УП – Теоретическое обучение (лекции, практические занятия); 3 – Зачет; Э – Экзамен.

2.3. Рабочие программы дисциплин

Перечень и содержание дисциплин по программе «Устройство и эксплуатация воздуходелительных установок».

№ п/п	Название темы	Содержание дисциплины	Формируемые компетенции
1	Базовые термодинамические понятия и законы. Термодинамические диаграммы криоагентов.	Введение. Контрольная система. Параметры и функции состояния. Условия равновесия термодинамической системы. Принцип сохранения массы. Материальный баланс. Принцип сохранения энергии. Энергетический баланс. Принцип сохранения энтропии. Уравнение энтропийного баланса. Принцип аддитивности потерь и термодинамический анализ их распределения в криогенных системах. Принцип недостижимости абсолютного нуля. Источники необратимости циклов низкотемпературных систем. Равновесные состояния и фазовые переходы. Параметры состояния. Функции состояния. Уравнение состояния. Идеальное газовое состояние. Реальные газы. Рабочие вещества криогенных систем. Термодинамические диаграммы и таблицы криогенных систем.	ПК-1
2	Процессы охлаждения в криогенных системах.	Процессы внешнего и внутреннего охлаждения, холодопроизводящие и нехолодопроизводящие процессы. Дросселирование газов и жидкостей. Дифференциальный и интегральный эффект дросселирования. Состояние инверсии. Процессы расширения с совершением работы (детандирование). Дифференциальный и интегральный эффект детандирования. Выхлоп или свободный выпуск газа. Откачка паров кипящей жидкости. Адиабатное размагничивание. Десорбционное охлаждение. Охлаждение при взаимном растворении твердых, жидких и газообразных тел.	ПК-1
3	Идеальные и реальные циклы криогенных систем. Дроссельные циклы ожижения воздуха. Комбинированные циклы ожижения воздуха.	Идеальные циклы и процессы криогенных систем. Уравнение Карно-Клазиуса. Идеальное термостатирование. Идеальный процесс охлаждения газа. Идеальная конденсация пара и кристаллизация жидкости. Идеальный процесс ожижения газа. Идеальное разделение газовых смесей. Характеристики идеальных циклов. Классификация криогенных установок и циклов. Характеристики реальных циклов низкотемпературных систем: холодопроизводительность, затраты работы, потери, эффективность реальных циклов. Энтропийный и эксергетический методы анализа низкотемпературных процессов, циклов, установок. Теорема Гюи-Стодолы. Степень термодинамического совершенства низкотемпературных систем. Работа	ПК-1

		<p>низкотемпературных систем в ожижительном и рефрижираторном режимах. Ступени охлаждения низкотемпературных систем. Энергетический баланс отдельных ступеней охлаждения. Исходные данные для расчета криогенного цикла. Целесообразное количество ступеней охлаждения в криогенном цикле. Энергетические потери и коэффициенты полезного действия при реализации криогенных циклов. Теоретический и действительный цикл с простым дросселированием. Цикл с простым дросселированием. Циклы с несколькими ступенями предварительного охлаждения. Цикл с двойным дросселированием и циркуляцией части потока. Цикл с двойным дросселированием и предварительным охлаждением. Сравнительный анализ различных дроссельных циклов. Эффективность дроссельных циклов, область их применения. Криогенный цикл высокого давления (цикл Гейландта). Криогенный цикл среднего давления (цикл Клода). Криогенный цикл низкого давления с турбодетандером (цикл Капицы). Циклы с расширением в детандерах, дросселированием и предварительным охлаждением. Циклы с парожидкостными детандерами. Связь криогенных циклов с объектами охлаждения.</p>	
4	<p>Разделение газовых смесей низкотемпературными методами. Ректификационные колонны.</p>	<p>Основные термодинамические зависимости при расчетах процессов разделения. Диаграммы и номограммы для определения параметров состояния бинарных и тройных систем. Процесс ректификации бинарной системы. Ректификационная колонна. Однократная и двойная ректификация бинарных смесей и воздуха.</p>	ПК-1
5	<p>Теплообмен при криогенных температурах. Эффективность криогенных теплообменников. Криогенная теплоизоляция.</p>	<p>Особенности теплообмена при криогенных температурах. Криогенные теплообменные аппараты, их классификация и виды теплообменных поверхностей. Эффективность криогенных теплообменников. Расчет теплообменных аппаратов. Оптимизация теплообменников. Эффективность криогенной изоляции. Конструкция криогенных теплоизоляционных ограждений. Методы повышения эффективности теплоизоляционных ограждений криогенных систем.</p>	ПК-1
	<p>Итоговая аттестация междисциплинарный экзамен</p>		ПК-1

2.4. Программа практики

2.4.1. Цель и задачи практики

Целями практики является самостоятельное выполнение слушателями в условиях образовательных учреждений определенных практикой реальных

производственных задач для закрепления теоретических и практических знаний, умений и навыков по предмету; формирование в условиях производства профессиональных навыков слушателя на основе соединения компонентов фундаментального, специального и профессионального образования с их практическим использованием в конкретной области.

Задачами производственной практики является:

- Углубление и закрепление теоретических знаний, и их использование в процессе практики.
 - Приобретение слушателями навыков анализа работы технологического оборудования, прогнозирования работоспособности, возможности модернизации и технологического развития реальных производственных систем с учетом поставленных задач.
 - Составление и защита отчета по производственной практике
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности входит в раздел профессиональную часть раздела «учебная и производственная практика».

2.4.2. Требования к отчету по практике

Отчет состоит из пояснительной записки с приложениями и включает:

- титульный лист;
- введение (постановка цели, задач практики);
- описание криогенной системы;
- планировочные решения по размещению основного и вспомогательного оборудования криогенной системы;
- автоматизация криогенной системы;
- технический регламент обслуживания криогенной системы;
- заключение;
- список используемой литературы.

Отчет оформляется шрифтом Times New Roman размером 14, на одной стороне листа (формат А4) через одинарный межстрочный интервал, отступ красной строки, выравнивание по ширине. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, принципах, формулах. Напечатанный текст должен иметь поля, рекомендуемые размеры которых: верхнее, нижнее, левое, правое – 20 мм.

2.5. Программа итоговой аттестации

Итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня освоения обучающимися образовательной программы.

Целью итоговой аттестации является установление уровня подготовки обучающихся и оценка сформированности компетенций к выполнению профессиональных задач. Итоговая аттестация включает в себя экзамен.

3. Формы текущего контроля

- практическая работа (шкала: значение от 0 до 2, количество: 1)
раздел дисциплины: Базовые термодинамические понятия и законы.
Термодинамические диаграммы криоагентов.

Примерное задание:

Определите с помощью диаграммы состояние воздуха, если его температура составляет 0 градусов Цельсия, а давление 1 МПа. Требуется определить значения энтальпии, энтропии, удельного объема. Данные должны быть представлены в системе СИ.

- практическая работа (шкала: значение от 0 до 2, количество: 1)
раздел дисциплины: Процессы охлаждения в криогенных системах.

Примерное задание:

Определить начальное и конечное состояние при дросселировании воздуха от давления 20 МПа до давления 1 атм. Исходная температура воздуха 150 К. Определить интегральный эффект дросселирования.

- практическая работа (шкала: значение от 0 до 2, количество: 4)
раздел дисциплины: Идеальные и реальные циклы криогенных систем.
Дроссельные циклы ожижения воздуха. Комбинированные циклы ожижения воздуха.

Примерное задание:

Расчет криогенного цикла ожижения воздуха. Цикл низкого давления (цикл Капицы).

Исходные данные для расчета:

Температура окружающего воздуха $T_1 = T_{oc} = 280 \text{ К}$

Доля циркулирующего потока $D = 0,94$

Адиабатический КПД детандера $\eta_{ад} = 0,83$

Механический КПД детандера $\eta_{мех} = 0,95$

Удельные холодопотери $q_{oc} = 3 \text{ кДж/кг}$

Недорекуперация $\Delta T_n = a \cdot \Delta T_i$

Изобарная теплоемкость воздуха $c_p = 1,01 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$

Рабочее вещество воздух

Построить принципиальную схему цикла, изображение цикла в $T-s$ координатах, определить термодинамические параметры в узловых точках цикла, найти коэффициент ожижения, удельные затраты работы, термодинамический КПД.

- практическая работа (шкала: значение от 0 до 2, количество: 1)
раздел дисциплины: Разделение газовых смесей низкотемпературными методами.
Ректификационные колонны.

Примерное задание:

Определить с помощью номограммы $i-x-y-p-t$ (Герша-Цеханского) параметры состояния жидкой бинарной смеси азот-кислород и равновесного ей пару при давлении 2 ат и температуре 87 К.

- практическая работа (шкала: значение от 0 до 2, количество: 1)
раздел дисциплины: Теплообменные аппараты криогенных установок

Примерное задание:

При проектировании вакуумной многослойной теплоизоляции требуется снизить приведенный коэффициент черноты в 5 раз, определить какое количество экранов необходимо поставить в вакуумном теплоизоляционном ограждении.

4. Формы промежуточной аттестации

- экзамен (шкала: значение от 0 до 100)

Примерное задание:

Экзаменационный билет 1.

Теоретические вопросы.

1. Равновесные состояния и фазовые переходы однокомпонентных систем.

Рабочие диаграммы криоагентов.

2. Процесс ректификации бинарной смеси.

Практическое задание.

Определить минимальную мощность криогенной системы для термостатирования 50 кг жидкого азота при атмосферном давлении, если теплоприток в сосуд Дьюара составляет 10 Вт/кг. Температура окружающей среды составляет 290 К.

Критерии оценивания:

86-100 баллов: Обучающийся, достигающий должного уровня:

- даёт полный, глубокий, выстроенный логично по содержанию вопроса ответ, используя различные источники информации, не требующий дополнений
- доказательно иллюстрирует основные теоретические положения практическими примерами;
- способен глубоко анализировать теоретический и практический материал, обобщать его, самостоятельно делать выводы, вести диалог и высказывать свою точку зрения.

67-85 баллов: Обучающийся на должном уровне:

- раскрывает учебный материал: даёт содержательно полный ответ, требующий незначительных дополнений и уточнений, которые он может сделать самостоятельно после наводящих вопросов преподавателя;
- демонстрирует учебные умения и навыки в области решения практико-ориентированных задач;
- владеет способами анализа, сравнения, обобщения и обоснования выбора методов решения практико-ориентированных задач.

51-66 баллов: Достигнутый уровень оценки результатов обучения обучающегося показывает:

- знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; студент раскрывает содержание вопроса, но не глубоко, бессистемно, с некоторыми неточностями;
- слабо, недостаточно аргументированно может обосновать связь теории с практикой;
- способен понимать и интерпретировать основной теоретический материал по дисциплине.

0-50 баллов: Результаты обучения обучающегося свидетельствуют:

- об усвоении им некоторых элементарных знаний, но студент не владеет понятийным аппаратом изучаемой образовательной области (учебной дисциплины);
- не умеет установить связь теории с практикой;
- не владеет способами решения практико-ориентированных задач.

Сумма баллов	Отметка	Буквенный эквивалент
86-100	5	Отлично
66-85	4	Хорошо
51-65	3	Удовлетворительно
0-50	2	Неудовлетворительно

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения программы

основная литература

1. Архаров А.М. Криогенные системы: Учебник для студентов вузов по специальности «Техника и физика низких температур», в 2 т. Т.1. Основы теории и расчета / А.М. Архаров, И.В. Марфенина, Е.И. Микулин. – 3-е изд. Перераб. И доп. –М.: Машиностроение, 1996. -576 с.
2. Архаров А.М. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем / А.М. Архаров. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. -507 с.
3. Глизманенко Д.Л. Получение кислорода. Изд. 5-е. М. «Химия» 1972, 752 с.
4. Криогенные системы: Основы проектирования аппаратов установок: Учебник для вузов по курсу «Криогенная техника»/ А.М.Архаров, В.П. Беляков, Е.И.Микулин. — М.: Машиностроение, 1987, 536 с.
5. Новотельнов В.Н., Суслов А.Д., Полтараус В.Б. Криогенные машины [Текст]: учебник. –СПб.: Политехника, 1991. –334с.

6. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник / под общ. Ред. А.М. Архарова и И.К. Буткевича. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. -582 с.

дополнительная литература

1. Короткий И.А. Научные основы криологии [Текст]: учеб.пособие для студ. вузов / И. А. Короткий; КемТИПП. - Кемерово :КемТИПП, 2005. - 104 с.
2. Усюкин И.П. Установки, машины и аппараты криогенной техники [Текст]: Учебник. Ч.2. М. Пищевая промышленность, 1982. –296с.
3. Техника низких температур. Под ред. Е.И. Микулина, И.В. Марфениной, А.М. Архарова. Изд. 2-е перераб. и доп. М., «Энергия», 1975. -512 с.

6. Условия реализации программы

6.1. Материально-технические условия реализации программы

Для проведения лекционных занятий используется аудитория на 24 мест, для проведения практических занятий – аудитории на 24 мест.

Аудитории оборудованы современной компьютерной техникой:

- проектор,
- телевизор для воспроизведения информации,
- экран для воспроизведения информации,
- колонки для воспроизведения звука;
- программа для просмотра видео файлов;

Компьютерный класс.

Другие устройства: Звуковая карта, колонки и/или наушники

Устройство для чтения DVD-дисков

Составитель программы
Заведующий кафедрой теплохладотехники
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
университет», д.т.н., профессор,
академик Международной академии холода

И.А. Короткий