МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем

Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.

_____ "____" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Криовакуумные системы Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 16.03.03 - Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения
Профиль подготовки: Холодильная техника и системы жизнеобеспечения
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018
Автор(ы): Исрафилов Д.И.
Рецензент(ы): Галиакбаров А.Т.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

Набережные Челны
2019

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

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

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

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Исрафилов Д.И. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DIIsrafilov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-8	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ПК-1	способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат
ПК-13	способностью выполнять расчетно-экспериментальные работы по многовариантному анализу характеристик конкретных низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов
ПК-14	готовностью участвовать во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, процессов повышения надежности и износостойкости элементов и узлов машин и установок, низкотемпературных систем различного назначения
ПК-2	готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности
ПК-6	способностью применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати
ПК-7	готовностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- современные естественнонаучные и прикладные задачи электроэнергетики и электротехники, методы и средства их решения в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и других видах профессиональной деятельности; технологии и средства обработки информации и оценки результатов применительно к решению профессиональных задач.
- принципы для выбора оборудования и технологической оснастки;
- принципы прогнозирование последствий принимаемых решений;

Должен уметь:

- проводить анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований;
- находить нестандартные решения профессиональных задач, применять современные методы и средства исследования, проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов.
- оценивать экономической эффективности технологических процессов, инновационно-технологических рисков при внедрении новых техники и технологий;

Должен владеть:

- способами создание математических моделей объектов профессиональной деятельности;

- современными измерительными и компьютерными системами и технологиями, навыками оформления, представления и защиты результатов решения профессиональных задач на русском и иностранном языках
- способами разработки и анализа обобщенных вариантов решения проблемы;
- способами для адаптации современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, осуществление технического контроля и управления качеством;
- навыком анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований
- навыком оценки производственных и непроизводственных затрат на обеспечение качества продукции, проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий;
- навыком по разработка норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (Холодильная техника и системы жизнеобеспечения)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных(ые) единиц(ы) на 360 часа(ов).

Контактная работа - 126 часа(ов), в том числе лекции - 60 часа(ов), практические занятия - 42 часа(ов), лабораторные работы - 24 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 198 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре; зачет в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	7	1	0	0	11
2.	Тема 2. Предмет и задачи курса	7	1	0	0	11
3.	Тема 3. Основы общей теории рефрижераторов и ожижителей.	7	6	0	0	15
4.	Тема 4. Общие принципы построения криогенных установок.	7	4	4	0	15
5.	Тема 5. Особенности получения жидкого гелия и водорода	7	4	4	0	15
6.	Тема 6. Рабочие тела криогенных систем.	7	10	4	0	11
7.	Тема 7. Установки криогенных систем.	7	10	6	0	12
8.	Тема 8. Регенераторы газовых криогенных машин.	8	8	8	6	20
9.	Тема 9. Современные низкотемпературные системы	8	4	6	6	20

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Современные криогенные системы	8	6	4	6	38
11.	Тема 11. Вспомогательное оборудование криогенных установок.	8	6	6	6	30
	Итого		60	42	24	198

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

Страницы истории. Современные методы заморозки.

Газодинамические аспекты криогенной откачки газов. Быстрота откачки крионасоса. Коэффициент откачки и коэффициент захвата молекул газа

криоповерхностью. Приближенный метод определения быстроты действия

криовакуумного насоса сложной структуры. Конструктивные схемы криоконденсационных

вакуумных насосов. Криоадсорбционные вакуумные насосы. Сорбционно - конденсационные насосы. Низкотемпературные диффузионные насосы

Тема 2. Предмет и задачи курса

Основные понятия и термины. Основы общей теории рефрижераторов и ожижителей. Общие принципы построения криогенных установок.

Особенности получения жидкого гелия и водорода.

Рабочие тела криогенных систем.

Установки криогенных систем.

Регенераторы газовых криогенных машин.

Современные низкотемпературные и криогенные системы

Вспомогательное оборудование криогенных установок.

Тема 3. Основы общей теории рефрижераторов и ожижителей.

Процессы внутреннего и внешнего охлаждения. Дросселирование. Адиабатное изоэнтроп-ное расширение .Адиабатное неизоэнтропное расширение. Выхлоп. Эксергетический анализ. Цикл Карно. Рабочие тела для низкотемпературных систем

Сравнение процессов дросселирования и адиабатного изоэнтропного и адиабатного неизоэнтропного процессов расширения.Термодинамическая система. Параметры состояния. Уравнение состояния и термодинамический процесс.

Тема 4. Общие принципы построения криогенных установок.

Регенерация холода. Каскадные установки. Установки со стационарными потоками, установки, работающие по циклу Линде. Использование двукратного дросселирования. Применение газовых смесей. Применение детандеров. Эжекторные схемы.

Цикл Джоуля-Томсона (Линде). Изотермический дроссель эффект. Анализ потерь в дроссель-ном цикле. Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газа. Универсальное уравнение состояния идеального газа. Смесь идеальных газов.

Тема 5. Особенности получения жидкого гелия и водорода

Ожижение водорода методом дросселирования. Получение параводорода. Ожижение во-дорода с использованием различных циклов. Устройство водородных ожижителей. Ожижение гелия в циклах с детандерами. Гелиевые рефрижераторы. Конструкции основных узлов гелиевых рефрижераторов и ожижителей. Многокомпонентные рабочие тела в дроссельных системах. Второй закон термодинамики. Основные положения второго закона термодинамики. Энтропия. Цикл и теоремы Карно.

Тема 6. Рабочие тела криогенных систем.

Термодинамические и теплофизические свойства инертных газов, азота, кислорода. Мно-гокомпонентные рабочие тела. Основные фазовые диаграммы. Фазовое равновесие жидкость-пар, жидкость- твердое тело, газ-твердое тело.

Циклы Клода, Гейланда и Капицы.Термодинамические процессы. Метод исследования т/д процессов. Изопроцессы идеального газа. Политропный процесс.

Тема 7. Установки криогенных систем.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Основы методик расчета и термодинамической оптимизации установок, работающих по обратному циклу Стирлинга, Гиффорда-МакМагона, Вюлемье-Такониса, пульсационная труба. Схемы газовых криогенных машин. Особенности конструкций газовых криогенных машин.

Расчет гелиевого ожижителя. Термодинамические циклы. Циклы паротурбинных установок. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок.

Тема 8. Регенераторы газовых криогенных машин.

Влияние эффективности регенератора на КПД цикла. Расчет регенераторов.Конструкция регенератов. Свойства материалов, используемых в регенераторах криогенных машин

Расчет водородного ожижителя. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку.

Тема 9. Современные низкотемпературные системы

Обзор современных гелиевых, водородных , неоновых , азотных рефрижераторов и ожижителей. Современные микрокриогенные системы. Газовые криогенные машины. Мега криогенные системы. Закон Ньютона-Рихмана. Краткие сведения из теории подобия. Критериальные уравнения конвективного теплообмена. Расчетные формулы конвективного теплообмена.

Тема 10. Современные криогенные системы

Компрессора. Системы охлаждения рабочего тела при компримировании. Детандеры. Теплообменники. Дроссели. Конструкции криостатов. Изоляция. Вакуумное оборудование. Техника безопасности при работе с криосистемами.

Газовая машина Стирлинга. Конвективный теплообмен. Основы теории конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен.

Тема 11. Вспомогательное оборудование криогенных установок.

Компрессора. Системы охлаждения рабочего тела при компримировании. Детандеры. Теплообменники. Дроссели. Конструкции криостатов. Изоляция. Вакуумное оборудование. Техника безопасности при работе с криосистемамиГазовая машина Гиффорда-МакМагона. Тепловое излучение, определение. Общие сведения о тепловом излучении. Основные законы теплового излучения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Тестирование	ПК-7 , ПК-6	1. Введение. 2. Предмет и задачи курса 5. Особенности получения жидкого гелия и водорода
2	Устный опрос	ПК-1 , ОПК-8	3. Основы общей теории рефрижераторов и ожижителей. 4. Общие принципы построения криогенных установок.
3	Устный опрос	ОПК-8 , ПК-1	6. Рабочие тела криогенных систем. 7. Установки криогенных систем.
	Экзамен		
Семестр 8			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-1 , ОПК-8	8. Регенераторы газовых криогенных машин. 9. Современные низкотемпературные системы
2	Тестирование	ПК-13 , ПК-14	10. Современные криогенные системы
3	Устный опрос	ПК-1 , ОПК-8	11. Вспомогательное оборудование криогенных установок.
	Зачет		

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2 3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 8					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 3
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
	Зачтено		**Не зачтено**		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

Семестр 7

Текущий контроль

1. Тестирование

Темы 1, 2, 5

В приложении Тест 1

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F1162534165/Tekushhij_kontrol.pdf

2. Устный опрос

Темы 3, 4

В приложении

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F1162534165/Tekushhij_kontrol.pdf

3. Устный опрос

Темы 6, 7

В приложении

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F_1129089611/Test_1_2.pdf

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Основные понятия и термины.
2. Страницы истории. Современные методы заморозки.
3. Процессы внутреннего и внешнего охлаждения.
4. Дросселирование.
5. Адиабатное изоэнтропное расширение.
6. Адиабатное неизоэнтропное расширение. Выхлоп.
7. Эксергетический анализ.
8. Цикл Карно.
9. Рабочие тела для низкотемпературных систем.
10. Регенерация холода.
11. Каскадные установки.
12. Установки со стационарными потоками, установки, работающие по циклу Линде.
13. Использование двукратного дросселирования.
14. Применение газовых смесей. Применение детандеров.
15. Эжекторные схемы.
16. Ожижение водорода методом дросселирования.
17. Получение параводорода.
18. Ожижение водорода с использованием различных циклов.
19. Устройство водородных ожижителей.
20. Ожижение гелия в циклах с детандерами.
21. Гелиевые рефрижераторы.
22. Конструкции основных узлов гелиевых рефрижераторов и ожижителей.
23. Термодинамические и теплофизические свойства инертных газов, азота, кислорода.
24. Многокомпонентные рабочие тела.
25. Основные фазовые диаграммы.
26. Фазовое равновесие жидкость-пар, жидкость- твердое тело, газ- твердое тело.
27. Основы методик расчета и термодинамической оптимизации установок, работающих по обратному циклу Стирлинга, Гиффорда-МакМагона, Вюлемье-Такониса, пульсационная труба.
28. Схемы газовых криогенных машин.
29. Особенности конструкций газовых криогенных машин.
30. Влияние эффективности регенератора на КПД цикла.
31. Расчет регенераторов.
32. Конструкция регенератов.
33. Свойства материалов, используемых в регенераторах криогенных машин.
34. Обзор современных гелиевых, водородных , неоновых , азотных рефрижераторов и ожижителей.
35. Современные микрокриогенные системы. Газовые криогенные машины.
36. Мега криогенные системы.
37. Компрессора.
38. Системы охлаждения рабочего тела при компримировании.
39. Детандеры.
40. Теплообменники.

41. Дроссели.
42. Конструкции криостатов.
43. Изоляция.
44. Вакуумное оборудование.
45. Техника безопасности при работе с криосистемами.
46. Особенности работы компрессоров в холодильных машинах.
47. Основные типы компрессоров, их классификация.
48. Назначение и основные типы детандеров, области их применения.
49. Применение уравнения состояния идеальных и реальных газов при расчете компрессо-ров и детандеров.
50. Теоретический компрессор. Индикаторная диаграмма теоретического компрессора.
51. Теоретический детандер. Индикаторная диаграмма теоретического детандера.
52. Работа теоретического компрессора и детандера при различных термодинамических процессах.
53. Энергетические характеристики компрессоров и расширительных машин: производи-тельность и мощность.

Семестр 8

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 8, 9

В приложении

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F1162534165/Tekushhij_kontrol.pdf

2. Тестирование

Тема 10

В приложении Тест 2

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F1162534165/Tekushhij_kontrol.pdf

3. Устный опрос

Тема 11

В приложении

https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F1162534165/Tekushhij_kontrol.pdf

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Среднее индикаторное давление в рабочем цикле компрессора и детандера.
2. Технико-экономическая характеристика холодильных поршневых компрессоров.
3. Конструкции холодильных поршневых компрессоров, их классификация.
4. Действительные рабочие процессы поршневого компрессора.
5. Индикаторная диаграмма действительного поршневого компрессора.
6. Схематизированные индикаторные диаграммы действительного поршневого компрессо-ра.
7. Производительность действительного холодильного поршневого компрессора. Индика-торный коэффициент подачи.
8. Производительность действительного холодильного поршневого компрессора. Коэффи-циент скрытых потерь.
9. Мощность действительного поршневого компрессора.
10. Коэффициенты полезного действия одноступенчатых компрессоров.
11. Регулирование производительности поршневых компрессоров.
12. Многоступенчатое сжатие газов. Теоретический многоступенчатый компрессор.
13. Причины перехода от одноступенчатого сжатия к многоступенчатому.
14. Распределение давлений при многоступенчатом сжатии.
15. Расчет поршневого компрессора. Этапы проектирования компрессора.
16. Газодинамический расчет поршневых компрессоров.
17. Динамический расчет поршневых компрессоров. Основные кинематические соотно-шения.
18. Динамический расчет поршневых компрессоров. Силы инерции в поршневом ком-прессоре.
19. Расчет маховика поршневого компрессора.
20. Расчетные режимы холодильных поршневых компрессоров.
21. Устройство и принцип действия. Классификация поршневых детандеров низкотемпе-ратурной техники.
22. Энергетический баланс. Необратимые потери и оценка эффективности поршневого детандера.
23. Конструкции органов газораспределения поршневого детандера.
24. Устройство и принцип действия винтовых компрессоров.
25. Конструкции винтовых компрессоров.
26. Производительность винтовых компрессоров и причины снижения их энергетической эффективности.
27. Геометрические характеристики винтовых компрессоров.
28. Теоретические индикаторные диаграммы винтовых компрессоров.
29. Действительные индикаторные диаграммы винтовых компрессоров.
30. Коэффициент подачи винтового маслозаполненного компрессора.

31. Мощность, потребляемая винтовым компрессором, его КПД.
32. Количество масла, подаваемое в винтовой маслозаполненный компрессор.
33. Технологические схемы и условия работы ВМК.
34. Силы и моменты сил, действующие на роторы винтового компрессора.
35. Сравнение эффективности работы паровых холодильных машин с ВКС и ВМК.
36. Технико?экономическая характеристика холодильных винтовых компрессоров.
37. Конструктивная схема и принцип действия пластинчатого ротационного компрессора.
38. Производительность пластинчатого ротационного компрессора, потребляемая мощ-ность и КПД.
39. Ротационные компрессоры с катящимся ротором. Устройство и принцип действия.
40. Производительность, потребляемая мощность и КПД ротационных компрессоров с ка-тящимся ротором.
41. Спиральные компрессоры. Технико?экономическая характеристика СПК и принцип его работы.
42. Технико-экономическая характеристика компрессоров динамического действия.
43. Конструктивная схема и принцип действия двухступенчатого центробежного ком-прессора.
44. Рабочие процессы в двухступенчатом центробежном компрессоре.
45. Безразмерные параметры центробежного компрессора.
46. Теоретическая и внутренняя мощность ступени ЦКМ.
47. Основные элементы центробежных компрессоров (рабочее колесо, диффузоры, обрат-но-направляющий аппарат, входные и выходные устройства).
48. Характеристики центробежных компрессоров и регулирование их производительно-сти.
49. Расчет центробежного компрессора холодильной машины.
50. Технико ? экономическая характеристика, конструктивная схема и принцип действия осевых компрессоров.
51. Ступень осевого компрессора. Треугольники скоростей в ступени осевого компрессо-ра.
52. Безразмерные параметры, внутренняя мощность, коэффициент реактивности, гидрав-лический КПД осевого компрессора.
53. Расширительные машины динамического действия.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	30
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2 3	10 10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 8			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 3	25 10
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	15
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-905554-80-3. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472

2. Инженерные системы помещений с искусственным льдом или снегом: Учебное пособие / О.Я. Кокорин, Н.В. Товарас. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 240 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-32-2. Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=390306

3. Аналитические решения параболических и гиперболических уравнений тепломассопере-носа: Учебное пособие / И.В.Кудинов, В.А.Кудинов; Под ред. Э.М.Карташова. - М.:НИЦ ИН-ФРА-М,2013-391с.: 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-006724-7. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405593

7.2. Дополнительная литература:

1. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: Учебное пособие / И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. - М.: Форум, 2008. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Проф. образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-268-5. - Режим доступа : http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=146817.

2. Лазеры ультрокоротких импульсов и их применения: Учебное пособие / П.Г. Крюков. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 248 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-091-4,. - Режим доступа : http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365088.

3. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 736 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-019-8. http://znanium.com/catalog/product/210610

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Материаловедение - www.materialscience.ru

ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ ИНФРА-М) - http://znanium.com

ЭБС Издательства ?Лань? - http://e.lanbook.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала преподаваемым преподавателем. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В конце семестра у студента должен быть конспект лекций на все пройденные темы.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Во время практических занятий будут решены задачи по теме пройденных лекций. Во время пары практических занятий минимум один студент на одно занятие будет выводится к доске для разбора решения задачи. Также для дополнительного понятия темы будут выдаваться задачи для решения на дом. Для стимуляции студентов при решении задач будут выставляться дополнительные баллы.
лабораторные работы	Лабораторные работы проводится в специализированных аудиториях, где находятся лабораторные установки. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению лабораторных работ производят эксперименты на установках и составляют протокол измерений. Далее студенты оформляют отчет проведения лабораторной работы в состав которого входит: теоретическая часть, экспериментальная часть, расчетная часть и вывод. После выполнения данных действий студент защищает данную работу.
самостоятельная работа	Начиная подготовку к занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.
тестирование	После последних лекция взять у преподавателя перечень вопросов к тесту и подготовится надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратится к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации
устный опрос	Обучающиеся получают вопросы по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется устно и ответ дается в развернутом виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий
экзамен	После последних лекций взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовится надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратится к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации
зачет	После последних лекция взять у преподавателя перечень вопросов к зачету и подготовится надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратится к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Криовакуумные системы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Криовакуумные системы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" и профилю подготовки Холодильная техника и системы жизнеобеспечения .