

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БАШКИРСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ К.Г. РАЗУМОВСКОГО
(ПЕРВЫЙ КАЗАЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**
(БИТУ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»)

Кафедра «Машины и аппараты пищевых производств»



**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.06.02 Установки криогенной техники**

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Тип образовательной программы прикладной бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки техника и физика низких температур

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очно-заочная

Год поступления - 2020

Мелеуз 2023

Рабочая программа дисциплины «**Установки криогенной техники**» разработана на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **16.03.01 Техническая физика (уровень бакалавриата)**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. № 204, учебного плана по основной профессиональной образовательной программе высшего образования «Техника и физика низких температур».

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана группой в составе: к.т.н. Сьянов Д.А., к.т.н., доцент Соловьёва Е.А., к.т.н. Р.Р. Максютлов, А.А. Ларькина

Руководитель основной профессиональной образовательной программы к.т.н., доцент кафедры «МАПП»



_____ Сьянов Д.А.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины обсуждена и утверждена на заседании кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», протокол № 11 от «29» июня 2023 года

И.о. заведующего кафедрой «МАПП», к.т.н., доцент



_____ Соловьёва Е.А.
(подпись)

Оглавление

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)	5
5. Содержание дисциплины (модуля).....	6
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	6
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	6
5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий ОФО.....	6
Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий ОЗФО.....	6
Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий ЗФО	Ошибка! Закладка не определена.
6. Перечень практических занятий и лабораторных работ ОФО	Ошибка! Закладка не определена.
Перечень лабораторных работ ОЗФО	7
Перечень практических работ ЗФО	Ошибка! Закладка не определена.
6.1. План самостоятельной работы студентов ОФО	7
План самостоятельной работы студентов ОЗФО	7
План самостоятельной работы студентов ЗФО	Ошибка! Закладка не определена.
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.	9
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	10
10. Образовательные технологии.....	11
12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями..	17
13. Лист регистрации изменений	Ошибка! Закладка не определена.

1. Цели и задачи дисциплины:

Учебная дисциплина «Установки криогенной техники» - обязательная дисциплина профессионального цикла базовой (общепрофессиональной) части государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 16.03.01 «Техническая физика», квалификация (степень) - бакалавр.

Основными целями учебной дисциплины «Установки криогенной техники» являются:

- формирование методологии выбора цикла криогенной установки путем применения основных физических принципов для расчета и исследования низкотемпературных систем криогенной техники, криофизики;

- освоение студентами теоретических знаний, приобретение умений и навыков анализа основных процессов, составляющих цикл, понижения температуры и производства холода в классических низкотемпературных циклах, а также составление энергетического и энтропийного балансов и баланса по холоду низкотемпературных установок, проведения энтропийного анализа низкотемпературных установок.

Задачи дисциплины:

- создание у обучающихся целостной системы знаний, умений и навыков при решении задач обеспечения простоты, надежности и высокой экономичности применительно к конкретным проектируемым и создаваемым низкотемпературным установкам, и системам;

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта при создании криогенных установок.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Установки криогенной техники» относится к вариативной части учебного плана образовательной программы – дисциплина по выбору. Дисциплина относится к профессиональному циклу Б.3, базовой (общепрофессиональной части). Изучение дисциплины «Теория и расчет циклов криогенных систем» базируется на комплексе знаний, полученных при изучении предшествующих дисциплин математического и естественнонаучного цикла, таких, как «Механика», «Физика», и дисциплин профессионального цикла, таких как «Холодильная технология», «Экспериментальные методы исследований».

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины «Установки криогенной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов (ПК-7);

- готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов (ПК-9).

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

* дроссельные и детандерные циклы криогенных установок, системы разделения газовых смесей, особенности расчета и проектирования низкотемпературных установок, основные рабочие вещества и их свойства;

Уметь:

* Рассчитывать основные характеристики криогенных циклов, проводить их оптимизацию по давлению, температуре и перераспределению расхода по машинам и аппаратам.

Владеть:

* Навыками применения методов математического и компьютерного моделирования процессов и циклов низкотемпературных установок;

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Установки криогенной техники» направлен на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

- способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров (ПК-14).

Код и описание Компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
- способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров (ПК-14)	<p>Знать:</p> <p>- дроссельные и детандерные циклы криогенных станков, системы разделения газовых смесей, особенности расчета и проектирования низкотемпературных установок, основные рабочие вещества и их свойства;</p>
	<p>Уметь:</p> <p>- рассчитывать основные характеристики криогенных циклов, проводить их оптимизацию по давлению, температуре и перераспределению расхода по машинам и аппаратам</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- навыками применения методов математического и компьютерного моделирования процессов и циклов низкотемпературных установок;</p>

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7 сем.			
Аудиторные занятия (контактная работа)	36				
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	16				
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	20				
Самостоятельная работа (всего)	144				
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7 сем.			
Вид промежуточной аттестации (зач.с оц.)		зач. с оц.			
Общая трудоемкость	часы зачетные единицы	180/5			

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)							
		1-1	1-2	1-3					
1.	Теоретические основы холодильной техники								
2.	Низкотемпературные машины								

5.3.

Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий ОЗФО

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	СРС	Всего
1.	Модуль 1. Идеальные циклы. Холодопроизводительность и эффективность криогенных систем.	Тема 1.1. Идеальные циклы и процессы. Классификация криогенных установок и циклов.	3			3	15	21
		Тема 1.2. Реальные циклы. Холодопроизводительность, потери, эффективность реальных циклов.	3			3	15	21

		Тема 1.3. Энергетический баланс отдельных ступеней охлаждения	3			3	15	21
2.	Модуль 2. Циклы криогенных установок	Тема 2.1. Структура циклов, выбор исходных данных для расчета.	3			3	15	21
		Тема 2.2. Циклы с дросселированием. Детандерные циклы.	3			3	15	21
		Тема 2.3. Комбинированные циклы. Особенности расчета циклов газоразделительных установок.	3			3	15	21
		Тема 2.4. Циклы газовых холодильных машин..	2			2	14	18
		ИТОГО:	16			20	104	180

Перечень лабораторных работ ОЗФО

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинарских, практических и лабораторных занятий (работ)	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Лабораторные работы					
1		Анализ эффективности холодильной установки	5	УО	ПК-12, ПК-14
2		Расчеты теплопритоков	5	УО, тест	ПК-12, ПК-14
3		Расчетный анализ многоступенчатого рефрижераторного цикла	5	УО	ПК-12, ПК-14
4		Расчетный анализ многоступенчатого оживительного цикла	5	УО	ПК-12, ПК-14
		ИТОГО:	20		

6.1. План самостоятельной работы студентов ОЗФО

№ п/п	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Расчёт и выбор рабочих параметров криогенного цикла	практическая работа	Расчитать параметры цикла	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10

2	Построение криогенного цикла в S-T- диаграмме и его расчёт	практическая работа	Расчёт цикла с определением нагрузки (мощности) основного холодильного оборудования.	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
3	Выбор компрессора.	практическая работа	Подборка компрессора и расчёт мощности привода.	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
4	Выбор и тепловой детандера.	практическая работа	Расчет данных компрессора	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
5	Выбор и тепловой расчёт основного теплообменника.	практическая работа	Выполнить поверочные тепловые расчёты аппарата.	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
6	Выбор и тепловой расчёт криогенного резервуара.	практическая работа	Расчет резервуара	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
7	Выбор и расчёт вспомогательного оборудования	практическая работа	Расчет вспомогательного оборудования , блока комплексной очистки и др.	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
8	Расчёт и выбор устройств охлаждения и очистки воздуха.	практическая работа	Рассмотреть методику расчёта и выбора устройств для охлаждения воздуха	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
9	Выбор, построение и описание работы аппаратно-технологической схемы криогенной установки.	практическая работа	Подготовка графической части	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	10
10	Разработка вопросов эксплуатации ожижителей гелия, водорода, неона, азота.	практическая работа	Оформление расчетно-пояснительной записки	Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	14
ИТОГО					144

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

Задачи СРС:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретической подготовки;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

Планируемые результаты грамотно организованной СРС предполагают:

- усвоение знаний, формирование профессиональных умений, навыков и компетенций будущего специалиста;
- закрепление знания теоретического материала практическим путем;
- воспитание потребности в самообразовании;
- максимальное развитие познавательных и творческих способностей личности;
- побуждение к научно-исследовательской работе;
- повышение качества и интенсификации образовательного процесса;
- формирование интереса к избранной профессии и овладению ее особенностями;
- осуществление дифференцированного подхода в обучении.
- применение полученных знаний и практических навыков для анализа ситуации и выработки правильного решения, для формирования собственной позиции, теории, модели.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) *основная литература*

1. Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. 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, 2016,- 576 с.: ил.
2. Криогенные системы: Учебник для студентов вузов. В 2 т. Т.2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем /А.М.Архаров, И.А.Архаров, В.П.Беляков и др.; Под общ. ред. А.М.Архарова и А.И.Смородина.- 2-е изд., переб. И доп. – М.: Машиностроение, 2017. – 720с.: ил.

б) *дополнительная литература*

3. Микулин Е.И. Криогенная техника. М., Машиностроение, 2018, 272 с., ил.

Периодические издания (журналы)

1. Холодильная Техника
2. Холодильный Бизнес
3. Вестник МАХ
4. Империя Холода

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

- проектор для демонстрации различного рода графического материала;
- Холодильный агрегат ВС - 500 (сатуратор) для охлаждения воды
- Компрессор аммиачный поршневой АУ - 45
- Компрессор аммиачный винтовой СЗ - 315
- Компрессор ПБ - 10 в комплекте:
 - с коленчатым валом - 1 шт
 - шатун с поршнями - 2 шт
 - клапанная доска - 1 шт
- Компрессор бытовой в разрезе V - 792 R
- Компрессор бытовой в разрезе СК - 175 - Н5-02
- Компрессор бытовой в разрезе КМ - 175
- Компрессор промышленный в разрезе J 9238 E
- Баллон для хранения фреона
- Холодильный агрегат ВС -800
- Конденсатор с воздушным охлаждением к агрегату ВСэ - 800
- Коленчатый вал с шатунно-поршневой группой к компрессору ФВ-6
- Коленчатый вал с шатунами к компрессору ФВ-6
- Шатун к компрессору ФВ-6
- Вентиль запорный к компрессору ФВ-6
- Вентиль запорный к компрессору 2 ФВ 4/45
- Фильтр - осушитель ФЦ - 1
- Фильтр - осушитель ФОР - 40
- Пусковое реле РТП - 1
- Реле давления РД - 2 - 0 М 5 - 05
- Реле давления А 2 -11
- Терморегулирующий вентиль 12 ТРВЕ -1,6
- Коленчатый вал с шатунами (2 шт) и поршнями (2 шт) к компрессору «Битцер»
- Компрессор воздушный «Compair»
- Холодильная установка на базе компрессора Aspera NE 6210 CE и воздухоохладителя LU - VE
- Кондиционер бытовой БК - 2300
- Электронный термометр DT - 2
- Сокоохладитель ОН - 30 – 2
- холодильник бытовой «Полнос»-5
- компрессор поршневой АУ-45
- компрессор винтовой S5-315
- компрессор моноблочный
- термометр цифровой многоканальный ХК(L)
- термометры
- термометр спиртовой
- номограммы чисел Фурье и Био
- штангенциркуль -
- микрометр
- индикатор-нутромер

- микрометрическая скоба
- стенд «Диаграмма состояния водяного пара PV»
- стенд-схема аммиачно-компрессорного цеха
- термодинамические таблицы параметров насыщенных паров хладагентов
- диаграммы состояния холодильных агентов TS, PV, PI
- установка для получения низких температур с использованием термоэлектрического эффекта

10. Образовательные технологии:

Центральное место занимают методы активного обучения, стимулирующие познавательную деятельность студентов.

Показательный метод - это обусловленная принципами обучения система регулятивных правил подготовки и объяснения учебного материала путем постановки проблемы и показа способов ее решения, формирование у них способов поисковой деятельности, отрабатываются способы решения практической проблемы.

Практические занятия проходят с использованием многофункциональных учебных сред, которые содержат учебные макеты, демонстрационные программы, наглядные пособия.

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

1. Параметры конденсированного тела.
 2. Параметр взаимодействия. Параметр де Бройля.
 3. Концепция элементарных возмущений.
 4. Энергетический спектр конденсированного тела.
 5. Кристаллическая решетка. Коллективные колебания кристаллической решетки.
 6. Фононы. Акустические и оптические фононы.
 7. Теплоемкость кристаллической решетки. Модель Дебая.
 8. Плавление конденсированного тела. Критерий Линдемана.
 9. Теплопроводность кристаллической решетки (диэлектрики).
 10. Электроны в конденсированном теле: Электроны как квазичастицы. Теорема Блоха.
 11. Статистика и термодинамика электронов в конденсированном теле.
 12. Теплоемкость электронов. Зонная структура конденсированных тел.
 13. Основные опытные факты. Тепловые свойства сверхпроводников.
 14. Феноменологические теории сверхпроводимости: Термодинамическая теория Гортера-Казимира.
 15. Двухжидкостная модель Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау.
 16. Два типа сверхпроводников. Сверхпроводники I рода в магнитном поле. Промежуточное состояние.
 17. Сверхпроводники II рода в магнитном поле: смешанное состояние, квантование магнитного потока и вихри Абрикосова.
 18. Резистивное состояние сверхпроводников и пиннинг. Жесткие сверхпроводники.
 19. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость.
 20. Постановка задачи о расчете теплообмена в He-II. Режим сопротивления
- П.Л.Капицы.
21. Описание стационарного теплопереноса в He-II при ламинарном движении нормальной компоненты.
 22. Вывод уравнения, описывающего стационарный теплоперенос в He-II на основе уравнений двухскоростной гидродинамики.
 23. Критические скорости в He-II. Сила взаимного трения Гортера-Меллинка. Физическая сущность.

24. Качественный вывод выражения для силы. Расчет теплопереноса с учетом взаимного трения компонент сверхтекучего гелия.
25. Расчет “восстановительного” теплового потока в He-II. Физическая постановка. Математическое описание.
26. Результаты для цилиндрических нагревателей малого и большого диаметров.
27. Термомеханические эффекты.
28. Изэнтропное расширение. Дросселирование сжатого газа.
29. Эффект Джоуля-Томпсона. Расширение из постоянного объема.
30. Десорбционное охлаждение.
31. Охлаждение с помощью откачки паров.
32. Магнитное охлаждение.
33. Механокалорический эффект.
34. Свойства парамагнитных солей. Адиабатное размагничивание.
35. Ядерное размагничивание.
36. Магнито- и электрокалорические методы охлаждения. Намагничивание сверхпроводников.

БАЛЬНО-РЕЙТЕНГОВАЯ СИСТЕМА

Максимальная сумма рейтинговых баллов, которая может быть начислена студенту по учебной дисциплине, составляет 100 рейтинговых

Форма промежуточной аттестации	Количество баллов		
	Текущий Контроль (контрольная работа, тест, устный опрос)	Рубежный контроль	Сумма баллов
Экзамен	30-70	20-30	60-100
Зачет	40-80	10-20	60-100

Рейтинг студента в семестре по дисциплине складывается из рейтинговых баллов, которыми преподаватель в течение семестра оценивает посещение учебных занятий, его текущую работу на занятиях и самостоятельную работу, результаты текущих контрольных работ, тестов, устных опросов, премиальных и штрафных баллов.

Рубежный рейтинг студента по дисциплине складывается из оценки в рейтинговых баллах ответа на экзамене (зачете).

Преподаватель, осуществляющий проведение практических занятий, доводит до сведения студентов на первом занятии информацию о формировании рейтинга студента и рубежного рейтинга. Посещение студентом одного практического занятия оценивается преподавателем в 1,0 рейтинговый балл.

Текущий аудиторный контроль по дисциплине в течение семестра: контрольная работа – до 20 рейтинговых баллов;
 один ответ в устном опросе – до 2 рейтинговых баллов;
 одно задание в тесте – до 1 рейтингового балла.
 одно задание в итоговом тесте – до 2 рейтинговых баллов.

По окончании семестра каждому студенту выставляется его Рейтинговая оценка текущей успеваемости, которая является оценкой посещаемости занятий, активности на занятиях, качества самостоятельной работы.

Студент допускается к мероприятиям промежуточной аттестации, если его рейтинговая оценка текущей успеваемости (без учета премиальных рейтинговых баллов) не менее:

по дисциплине, завершающейся экзаменом - 30 рейтинговых баллов;

по дисциплине, завершающейся зачетом - 40 рейтинговых баллов.

Студенты, не набравшие минимальных рейтинговых баллов по учебной дисциплине, проходят процедуру добора баллов.

Максимальная рейтинговая оценка текущей успеваемости студента за семестр по результатам текущей работы и текущего контроля знаний (без учета премиальных баллов) составляет:

70 рейтинговых баллов для дисциплин, заканчивающихся экзаменом;

80 рейтинговых баллов для дисциплин, заканчивающихся зачетом.

Ответ студента может быть максимально оценен:

на экзамене в 30 рейтинговых баллов;

на зачете в 20 рейтинговых баллов.

Студент, по желанию, может сдать экзамен или зачет в формате «автомат», если его рейтинг за семестр, с учетом премиальных баллов, составил не менее:

если по результатам изучения дисциплины сдается экзамен

– 60 рейтинговых баллов с выставлением оценки «удовлетворительно»;

– 70 рейтинговых баллов с выставлением оценки «хорошо»;

– 90 рейтинговых баллов с выставлением оценки «отлично»;

если по результатам изучения дисциплины сдается зачет:

– 60 рейтинговых баллов с выставлением оценки «зачтено»

Рейтинговая оценка по дисциплине и соответствующая аттестационная оценка по шкале «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» при использовании формата «автомат», проставляется экзаменатором в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость только в день проведения экзамена или зачета согласно расписанию группы, в которой обучается студент.

Для приведения рейтинговой оценки к аттестационной (пятибалльный формат) используется следующая шкала:

Аттестационная оценка по дисциплине	Рейтинг студента по дисциплине (включая премиальные баллы)
«отлично»	90- 100 баллов
«хорошо»	70 - 89 баллов
«удовлетворительно»	60 - 69 баллов
«неудовлетворительно»	менее 60 баллов
«зачтено»	от 60 баллов и выше
«не зачтено»	менее 60 баллов

Рубежный рейтинг по дисциплине у студента на экзамене или дифференцированном зачете менее чем в 20 рейтинговых баллов считается неудовлетворительным (независимо от рейтинга студента в семестре). В этом случае в зачетно-экзаменационную ведомость в графе «Аттестационная оценка» проставляется «неудовлетворительно».

Рубежный рейтинг по дисциплине у студента на зачете менее чем в 10 рейтинговых баллов считается неудовлетворительным (независимо от рейтинга студента в семестре). В этом случае в зачетно-экзаменационную ведомость в графе «Аттестационная оценка» проставляется «не зачтено».

Преподавателю предоставляется право начислять студентам премиальные баллы за активность (участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, активная работа на аудиторных занятиях, публикации статей, работа со школьниками, выполнение заданий

повышенной сложности, изготовление наглядных пособий и т.д.) в количестве, не превышающем 20 рейтинговых баллов за семестр. Премияльные баллы не входят в сумму рейтинга текущей успеваемости студента, а прибавляются к ним.

Вопросы текущего контроля:

1. **Баланс технической системы** - соотношение потоков массы (материальный баланс), энергии (энергетический баланс – в частном случае – теплоты, тепловой баланс), -или эксергии (эксергетический баланс) на входе и выходе
2. **Вход (выход) технической системы** - часть ее контрольной поверхности, через которую проходят потоки массы, энергии или эксергии, поступающие в систему (выходящие из системы). Иногда под этими терминами обозначают общую количественную характеристику входящих (выходящих) потоков данного вида.
3. **Детандер** - устройство, предназначенное для внутреннего охлаждения потока рабочего тела путем его расширения с отдачей работы за пределы контрольной поверхности.
4. **Детандирование** - процесс изменения состояния рабочего тела в детандере.
5. **Дроссель** - устройство, предназначенное для внутреннего охлаждения потока рабочего тела путем его расширения без отвода работы за пределы контрольной поверхности.
6. **Замораживание** - процесс перевода хладо- или криоагента в твердое (полное замораживание) или двухфазное (твердое тело – пар или твердое тело-жидкость – неполное замораживание) состояние с температурой ниже температуры окружающей среды.
7. **Захлаживание** Процесс внешнего охлаждения конструктивных элементов криокомплекса или его части, протекающий в нестационарных условиях с понижением их температуры в интервале от температуры окружающей среды до самой наиминимальной рабочей.
8. **Конденсирование** - процесс перевода хладо- или криоагента из газообразного состояния при параметрах окружающей среды в конденсированное (твердое, жидкое или шуугообразное) состояние при температуре ниже температуры окружающей среды.
9. **Конденсация** - процесс перевода сухого насыщенного пара полностью или частично в жидкость.
10. **Контрольная поверхность** - условная замкнутая граница, отделяющая рассматриваемую систему от внешней среды.
11. **Сечение** - общая часть контрольных поверхностей, объединяющая входы и выходы одноименных подсистем,
12. **Криоблок** - часть криогенной системы, работающей при температурах ниже температуры окружающей среды.
13. **Криогенная система** - модель криогенной установки, предназначенная для ее исследования; выполняется на уровне идеализации, нужном для данной задачи.
14. **Криогенная установка** - техническое устройство, содержащее элементы внутреннего охлаждения и предназначенное для получения холода, конденсирования газообразных криоагентов или низкотемпературного разделения газовых смесей с использованием криогенных температур.
15. **Относительная влажность воздуха** Показатель, характеризующий степень насыщенности воздуха водяными парами. (Определяется как отношение действитель-

16. Система

ного содержания водяных паров в определенном объеме воздуха к тому их количеству, которое необходимо для насыщения того же объема воздуха при одинаковой температуре.)
 - теоретическая модель реального объекта, отражающая с той или иной степенью идеализации совокупность множества входящих в него элементов и связей между ними. В предельном случае, когда степень идеализации минимальна, сам реальный объект может рассматриваться как система.

Темы рефератов

1. Идеальные циклы термостатирования и охлаждения.
2. Ожигание газа. Характеристика идеальных циклов.
3. Процессы разделения газовых смесей. Минимальная работа разделения.
4. Классификация криогенных установок и циклов.
5. Основные характеристики реальных циклов криогенных установок и систем.
6. Метод энергетического баланса в ожижительных циклах
7. Метод энергетического баланса в рефрижераторных циклах.
8. Рациональный выбор числа и температурного уровня ступеней охлаждения в ожижительных и рефрижераторных циклах.
9. Методика определения оптимального соотношения давлений потоков в многоступенчатых криогенных циклах.
10. Анализ работы детандерной ступени охлаждения.
11. Анализ работы дроссельной ступени охлаждения.
12. Внешние ступени охлаждения в многоступенчатых криогенных циклах.
13. Дроссельный цикл на многокомпонентных смесях.
14. Циклы ожижения СПГ.
15. Особенности расчета многоступенчатых циклов с детандерными ступенями охлаждения.
16. Циклы криогенных установок средней мощности.
17. Особенности расчета теплообменных аппаратов ступеней охлаждения.
18. Особенности расчета циклов низкого давления.
19. Циклы универсальных установок.
20. Учет связи криогенных циклов с объектами охлаждения.
21. Особенности расчета циклов и процессов в газоразделительных установках.
22. Эффективные циклы газовых холодильных машин.
23. Теплоиспользующие циклы криогенных газовых машин.
24. Особенности расчета циклов микрокриогенных систем.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме собеседования, коллоквиума и экзамена)

Код компетенции	Содержание компетенции (части компетенции)	Результаты обучения	Результаты обучения
ПК-12	готовностью проектировать детали и узлы с использованием программ-	<u>Недостаточный уровень</u> 1. Компетенции не сформированы. 2. Знания отсутствуют, умения и навыки не сфор-	Знать: * дроссельные и детандерные циклы криогенных установок, системы разделе-

	<p>ных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов.</p>	<p>мированы</p> <p><u>Пороговый уровень</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформированы базовые структуры знаний. 2. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. 3. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка. <p><u>Продвинутый уровень</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала. 2. Овладение практически навыками. 3. Применение полученных знаний согласно поставленным задачам. <p><u>Высокий уровень</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала. 2. Овладение практически навыками. 3. Использовать математические и естественнонаучные методы при описании типовых профессиональных задач 	<p>ния газовых смесей, особенности расчета и проектирования низкотемпературных установок, основные рабочие вещества и их свойства;</p> <p>Уметь:</p> <p>* Рассчитывать основные характеристики криогенных циклов, проводить их оптимизацию по давлению, температуре и перераспределению расхода по машинам и аппаратам.</p>
ПК-14	<p>-готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.</p>	<p><u>Недостаточный уровень</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Компетенции не сформированы. 2. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы <p><u>Пороговый уровень</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформированы базовые структуры знаний. 2. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. 3. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка. <p><u>Продвинутый уровень</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала. 2. Овладение практически навыками. 3. Применение полученных 	<p>Уметь:</p> <p>Рассчитывать основные характеристики криогенных циклов, проводить их оптимизацию по давлению, температуре и перераспределению расхода по машинам и аппаратам.</p> <p>Владеть:</p> <p>* Навыками применения методов математического и компьютерного моделирования процессов и циклов низкотемпературных установок;</p> <p>*</p>

		<p>знаний согласно поставленным задачам. Высокий уровень</p> <p>1.Ознакомительный этап: изучение теоретического материала. 2.Овладение практическими навыками. 3.Использовать математические и естественнонаучные методы при описании типовых профессиональных задач</p>	
--	--	--	--

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий контроль (тесты, рефераты, вопросы текущего контроля)	Модуль 1. Идеальные циклы. Холодопроизводительность и эффективность криогенных систем. Тема 2. Реальные циклы. Холодопроизводительность, потери, эффективность реальных циклов.	ПК-12; ПК14
2	Промежуточный контроль - зачет	Модуль 1. Идеальные циклы. Холодопроизводительность и эффективность криогенных систем.	ПК-12; ПК-14

12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями.

Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса» Министерства образования и науки РФ от 08.04.2014г. № АК-44/05вн.

В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом индивидуальных особенностей.

Предусмотрена возможность обучения по индивидуальному графику, при составлении которого возможны различные варианты проведения занятий: в академической группе и индивидуально, на дому с использованием дистанционных образовательных технологий.

13. Лист регистрации изменений

Актуализация с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы

Руководитель ОПОП

Сьянов Д.А., доцент, к.т.н.

ФИО, должность, ученая степень, звание


Подпись

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2021г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание


Подпись

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2021г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание


Подпись

Актуализация с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы

Руководитель ОПОП

Сьянов Д.А., доцент, к.т.н.

ФИО, должность, ученая степень, звание


Подпись

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2022г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание


Подпись

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2022г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание


Подпись

Актуализация с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы

Руководитель ОПОП

ФИО, должность, ученая степень, звание

Подпись

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры

Протокол от _____ 202__ г. № ____

ФИО, должность, ученая степень, звание

Подпись

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

Протокол от _____ 202__ г. № ____

ФИО, должность, ученая степень, звание

Подпись

