

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»

«Утверждаю»

Директор БИТУ (филиал)

ФГБОУ ВО «МГУТУ

им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

Е.В. Кузнецова

«29» июня 2023 г.



**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.13 Газоразделительные системы и установки
предприятий пищевой промышленности**

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

Рабочая программа дисциплины **«Газоразделительные системы и установки предприятий пищевой промышленности»** 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. Максютов Р.Р., Ларькина А.А.

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


(подпись)

Сьянов Д.А.

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


(подпись)

Соловьёва Е.А.

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 ОЗФО.....	6
Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий ОЗФО.....	6
Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий ОЗФО Ошибка! Закладка не определена.	
6. Перечень практических занятий и лабораторных работ ОЗФО Ошибка! Закладка не определена.	
Перечень лабораторных работ ОЗФО	7
Перечень практических работ ОЗФО	Ошибка! Закладка не определена.
6.1. План самостоятельной работы студентов ОЗФО	7
План самостоятельной работы студентов ОЗФО	7
План самостоятельной работы студентов ОЗФО	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.	8
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
10. Образовательные технологии.....	11
12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями..	17
13. Лист регистрации изменений	19

1. Цели и задачи дисциплины:

Учебная дисциплина «Газоразделительные системы и установки предприятий пищевой промышленности» - 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 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 «Газоразделительные системы и установки предприятий пищевой промышленности» 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 «Газоразделительные системы и установки предприятий пищевой промышленности» направлен на формирование следующих 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);

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;

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:	20			16	144	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-14
2		Расчеты теплопритоков	5	УО, тест	ПК-14
3		Расчетный анализ многоступенчатого рефрижераторного цикла	5	УО	ПК-14
4		Расчетный анализ многоступенчатого ожежительного цикла	5	УО	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	Рассчитать 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	10

				т. ;Микулин Е.И. Криогенная техника.	
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 работы, 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):

1. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.; под общ.ред.А.М.Архарова и И.К.Буткевича.-2-е изд.,испр.-М.:Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана,2015.-533с.

2. Касьянов Г.И., Сязин И.Е. Криообработка: учебное пособие5. –Краснодар : Экоинвест,2014.-372с.

3. Пермяков В.А. Теплообменное оборудование. Кожухотрубные теплообменные аппараты нового поколения для систем тепловодоснабжения:учеб.пособие/В.А.Пермяков, К.В.Пермяков.- СПб.:Изд-во Политехн.ун-та,2014.-80с.

Дополнительная литература

1. Борзенко Е.И.,Зайцев А.В., Игнатов Ю.Я. Установки и системы низкотемпературной техники. Адсорбционные технологии криогенной техники:Монография/Под общ.ред. Ю.Я.Игнатова.-СПб.,2015.-176с.

2. Проблемы криогенной техники и технологий: Сборник трудов/ Под общ. ред. А.В.Зайцева. –СПб.:НИУ ИТМО ИХиБТ,2014. – 109с.

3. Портнов В.В. Холодильные установки: учеб.пособие/В.В.Портнов.- Воронеж:ФГБОУ ВПО «Воронежский гос. Техн. Ун-т»,2014.-97с.

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) охлаждение 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 ВС_Э - 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).

Теоретический блок вопросов для тестов:

1. Состав воздуха и теплофизические свойства его компонентов.
2. При какой концентрации бинарной смеси кислород-азот наблюдается наименьшая температура по отношению к нормальным температурам кипения компонентов.
3. Диаграммы $T - x$ для бинарной системы азот -кислород.
4. Диаграммы $U - x$ для бинарной системы азот -кислород.
5. Диаграммы $T - P - I - x$ для бинарной системы азот -кислород.
6. Полус и полусные линии
7. Рабочая линия
8. Максимальное число теоретических тарелок
9. Понятия приведенная концентрация и энтальпия;
10. Основные потери холода в ВРУ
11. КПД ректификационной тарелки; понятие об единицах переноса.
12. Адсорбционная очистка от влаги и CO_2 ,
13. Адсорбционная очистка от углеводородов.
14. Условие самоочистки и незабываемости влагой и CO_2 .
15. Установки типа для получения жидкого воздуха и азота типа «Филлипс». Схема, принцип организации потоков при разделении в колонне однократной ректификации.
16. Очистка воздуха от пыли в ВРУ.
17. Взрывоопасные примеси в жидких продуктах разделения в аппаратах ВРУ. Способы обеспечения взрывобезопасности работы ВРУ.
18. Использование жидкого азота в стационарных установках быстрого замораживания пищевых продуктов.
19. Использование жидкого азота в транспортных системах при перевозке пищевых продуктов.

20. Азотная колонна однократной ректификации.
21. Кислородная колонна однократной ректификации.
22. Колонны двукратной ректификации ВРУ с дросселированием разделяемого воздуха и с вводом детандерного потока в колонну низкого давления.
23. Процесс перегонки для бинарной системы азот -кислород.
24. Процесс кипения для бинарной системы азот -кислород.
25. Процесс конденсации для бинарной системы азот -кислород.
26. Процесс дефлегмации для бинарной системы азот -кислород.
27. Процесс дросселирования жидкого воздуха/кубовой жидкости/.
28. Очистка аргона от кислорода.
29. Хранение и транспортировка жидкого азота.
30. Хранение и транспортировка газообразного кислорода под давлением. Основные требования к безопасности.

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА (Локальными нормативными актами) университета в виде вопросов, рефератов. Назначение оценочных средств ТК – выявить сформированность профессиональных компетенций – ПК-14

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. Премиальные 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 тем-

ператур.

15. Относительная влажность воздуха Показатель, характеризующий степень насыщенности воздуха водяными парами. (Определяется как отношение действительного содержания водяных паров в определенном объеме воздуха к тому их количеству, которое необходимо для насыщения того же объема воздуха при одинаковой температуре.)
16. Система - 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.

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Газоразделительные установки».

1. Понятие вакуума. Низкий, средний и высокий вакуум с точки зрения средней длины свободного пробега молекул.
2. Средняя скорость движения молекул газа и число ударов частиц об единицу поверхности.
3. Теплоёмкость, вязкость, теплопроводность и диффузия газов с точки зрения молекулярно-кинетической теории строения материи.
4. Сублимация и испарение различных веществ. Давление насыщенных паров в зависимости от температуры.
5. Конденсация паров, явления сорбции паров и газов жидкими и твёрдыми телами.
6. Вязкостный и молекулярный режимы течения газов.
7. Расчёт пропускной способности отверстий и трубопроводов при вязкостном режиме течения газов.
8. Расчёт пропускной способности трубопроводов при молекулярном режиме течения газов.
9. Скорость откачки и основное уравнение вакуумной техники.
10. Определение суммарной негерметичности (натекания) и остаточного давления вакуумных систем.
11. Механические и струйные вакуумные насосы. Принцип действия и конструктивные отличия от компрессоров.
12. Адсорбционные, геттеро-ионные и электроразрядные вакуумные насосы. Принцип действия и диапазон рабочих давлений.
13. Деформационные и жидкостные вакуумметры. Принцип действия и отличия от аналогичных манометров.
14. Принцип действия и диапазоны рабочих давлений термомпарных и ионизационных вакуумметров.
15. Принцип действия и диапазон рабочих давлений вакуумметров сопротивления и магнитных электроразрядных вакуумметров.
16. Способы обнаружения течей под давлением. Обмыливание и способ “щупа”.
17. Способы обнаружения течей вакуумом. Обдув пробным газом.
18. Галоидные и гелиевые течеискатели. Принцип действия и чувствительность течеискателей.
19. Принцип действия и конструктивные особенности криогенных и криосорбционных вакуумных насосов.
20. Теплоизоляция и экранирование криогенных поверхностей.
21. Виды и характеристики адсорбентов для адсорбционных и криосорбционных вакуумных насосов.
22. Давления насыщенных паров различных веществ и парциальные скорости откачки криогенных поверхностей.

23. Хранилища криогенных жидкостей с порошковой и экрановакуумной теплоизоляцией.
24. Вакуумная гигиена. Особенности изготовления, монтажа и эксплуатации вакуумных систем.
25. Примеры использования вакуумной откачки в пищевой промышленности

Темы рефератов

1. Идеальные циклы термостатирования и охлаждения.
2. Ожидание 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-14	способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных устано-	<p>Недостаточный уровень</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Компетенции не сформированы. 2. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы <p>Пороговый уровень</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформированы базовые 	<p>Знать:</p> <p>* дроссельные и детандерные циклы криогенных установок, системы разделения газовых смесей, особенности расчета и проектирования низкотемпературных</p>

	<p>вок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров</p>	<p>структуры знаний. 2. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. 3. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p> <p><u>Продвинутый уровень</u></p> <p>1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала. 2. Овладение практически навыками. 3. Применение полученных знаний согласно поставленным задачам.</p> <p><u>Высокий уровень</u></p> <p>1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала. 2. Овладение практически навыками. 3. Использовать математические и естественнонаучные методы при описании типовых профессиональных задач</p>	<p>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.</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-14
2	Промежуточный контроль - зачет	Модуль 1. Идеальные циклы. Холодопроизводительность и эффективность криогенных систем.	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 оснащённости 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

