

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.06.01 Низкотемпературное технологическое оборудо-
дование

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 «**Низкотемпературное технологическое оборудование**» 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. Максютов, 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	8
Перечень практических работ ЗФО	Ошибка! Закладка не определена.
6.1. План самостоятельной работы студентов ОФО	8
План самостоятельной работы студентов ОЗФО	8
План самостоятельной работы студентов ЗФО	Ошибка! Закладка не определена.
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
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).....	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	10
10. Образовательные технологии.....	11
12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями..	24
13. Лист регистрации изменений	Ошибка! Закладка не определена.

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель учебной дисциплины заключается в изучении студентами основных типов, конструкций и характеристик компрессорных машин, освоение студентами методов расчета и подбора низкотемпературного оборудования для холодильных установок различного назначения.

Задачи учебной дисциплины:

1. Освоение студентами конструктивных особенностей низкотемпературного оборудования для холодильных установок различного назначения.

2. Подготовка, направленная на глубокое освоение теории и расчета компрессоров и детандеров – машин, применяемых в низкотемпературной технике.

3. 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.

4. 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 «Низкотемпературное технологическое оборудование» 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 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: конструктивные особенности конденсаторов и испарителей, используемых в холодильных установках (ХУ) и системах кондиционирования воздуха (СКВ);

- особенности процессов теплообмена в аппаратах;

Уметь: рассчитывать величину необходимой теплопередающей поверхности аппаратов по заданной тепловой нагрузке, с учетом особенностей теплообмена в конкретных условиях работы ХУ и СКВ.

Владеть: методами планирования и выполнения экспериментальных исследований и создания на их основе экспериментальных установок;

- методами расчетно-теоретического исследования тепловых процессов;

- навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками;

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

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> <ul style="list-style-type: none"> - конструктивные особенности конденсаторов и испарителей, используемых в холодильных установках (ХУ) и системах кондиционирования воздуха (СКВ); - особенности процессов теплообмена в аппаратах;
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать величину необходимой теплопередающей поверхности аппаратов по заданной тепловой нагрузке, с учетом особенностей теплообмена в конкретных условиях работы ХУ и СКВ.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами планирования и выполнения экспериментальных исследований и создания на их основе экспериментальных установок; - методами расчетно-теоретического исследования тепловых процессов; - навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками;

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

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
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)					

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	СРС	Всего
1.	Раздел 1. Термодинамические основы сжатия газов. Принципы действия и классификация компрессоров	Тема 1.1. Уравнение сохранения энергии и работа компрессора	4			4	30	38
		Тема 1.2. Классификация компрессоров по назначению, по роду сжимаемой среды, по виду смазки, по способу охлаждения, по давлению, по типу привода	4			4	30	38
2.	Раздел 2. Компрессоры объемного действия	Тема 2.1. Классификация поршневых компрессоров. Конструктивные особенности	2			4	30	36
		Тема 2.2. Принцип действия винтовых, ротационных, спиральных компрессоров, классификация. Тепловой и конструктивный расчет в компрессорах	4			4	30	38
3	Раздел 3. Компрессоры динамического принципа действия	Тема 3.1. Принцип действия, динамика и кинематика потока в центробежных и осевых компрессорах	4				12	16

		Тема 3.2. Конструктивные особенности динамических компрессоров	2				12	14
		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 оживительного 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 холодильного цикла	практическая работа	Расчитать параметры цикла	Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	20
2	Изучение конструкции и построение индикаторной и бицентральной диаграмм поршневых компрессоров	практическая работа	Расчёт цикла с определением нагрузкой (мощности) основного холодильного оборудования.	Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	20
3	Выбор компрессора.	практическая работа	Подборка компрессора и расчёт мощности привода.	Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	20
4	Выбор и тепловой расчёт детандера.	практическая работа	Расчет данных компрессора	Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для	20

				вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	
5	Выбор и тепловой расчёт основного теплообменника.	практическая работа	Выполнить поверочные тепловые расчёты ап- парата.	Машины низкотем- пературной техни- ки. Криогенные машины и инстру- менты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	20
6	Построение диаграмм поршневых, тангенциаль- ных и радиальных сил поршневых компрессоров. Расчёт маховика.	практическая работа	Расчет резер- вуара	. Машины низко- температурной техни- ки. Криогенные машины и инстру- менты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	20
7	Выбор и расчёт вспомога- тельного оборудования	практическая работа	Расчет вспомо- гательного оборудования , блока ком- плексной очистки и др.	Машины низкотем- пературной техни- ки. Криогенные машины и инстру- менты: учебник для вузов/А.Н.Антонов, А.М.Архаров, И.А.Архаров и др.;	4
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):

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 - 1шт
 - 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 BC -800
 Конденсатор с воздушным охлаждением к агрегату BC_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 TRVE -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 ДТ - 2
 Сокоохладитель ОН - 30 – 2
 - холодильник бытовой «Полюс»-5
 - компрессор поршневой АУ-45
 - компрессор винтовой S5-315
 - компрессор моноблочный
 - термометр цифровой многоканальный ХК(L)
 - термопары
 - 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 за-

крытыми или открытыми вопросами).

Тесты:

: T100, КТ=1, ТЕМА= «1.1.1», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1.

S: Уравнение состояния идеального газа включает в себя параметры

- +: абсолютное давление
- +: удельный объём
- +: абсолютная температура
- +: газовая постоянная
- : энтальпия
- : энтропия

I: T101, КТ=1, ТЕМА= «1.1.2», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1.

S: Параметры состояния рабочего тела

- +: абсолютное давление
- +: удельный объём
- +: абсолютная температура
- : газовая постоянная
- : молекулярная масса

I: T102, КТ=1, ТЕМА= «1.1.3», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1.

S: Количество теплоты, которое необходимо подвести к 1 кг вещества, чтобы нагреть его на 1 °С

- : газовая постоянная
- : энтропия
- : энтальпия
- +: удельная теплоемкость
- : характеристический коэффициент

I: T103, КТ=1, ТЕМА= «1.1.4», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1.

S: Универсальная газовая постоянная

- : S
- : h
- +: μR
- : R
- : μ

I: T104, КТ=1, ТЕМА= «1.1.5», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Закон ### устанавливает зависимость между удельным объемом и абсолютным давлением идеального газа в процессе при постоянной температуре

- : Шарля
- : Гей-Люссака
- +: Бойля-Мариотта
- : Авогадро
- : Клапейрона-Менделеева

I: T105, КТ=1, ТЕМА= «1.1.6», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Закон ### устанавливает зависимость между удельным объемом и абсолютной температурой при постоянном давлении

- +: Гей-Люссака
- : Бойля-Мариотта
- : Шарля
- : Авогадро

-: Клапейрона-Менделеева

I: T106, КТ=1, ТЕМА= «1.1.7», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Закон ### утверждает, что при одинаковых температурах и давлениях в равных объемах различных идеальных газов содержится одинаковое количество молекул

-: Клапейрона-Менделеева

-: Шарля

-: Гей-Люссака

+: Авогадро

-: Бойля-Мариотта

I: T107, КТ=1, ТЕМА= «1.1.8», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Соответствие между параметрами и их буквенным обозначением

L1: удельный объём

L2: энтальпия

L3: энтропия

L4: молекулярная масса

L5: газовая постоянная

R1: V

R2: h

R3: S

R4: μ

R5: R

I: T108, КТ=1, ТЕМА= «1.1.9», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Закон ### утверждает, что общее давление смеси газов равно сумме парциальных давлений отдельных газов, составляющих смесь

-: Шарля

-: Бойля-Мариотта

+: Дальтона

-: Авогадро

-: Гей-Люссака

I: T109, КТ=1, ТЕМА= «1.2.1», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: ### - величина отношения pV/RT

-: характеристический коэффициент

+: коэффициент сжимаемости

-: вириальный коэффициент

-: коэффициент полезного действия

I: T110, КТ=1, ТЕМА= «1.2.2», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Уравнение ### показывает качественные особенности реальных газов и их отличие от идеальных

-: Клапейрона

-: Шарля

+: Ван-дер-Ваальса

-: Бойля-Мариотта

I: T111, КТ=1, ТЕМА= «1.2.3», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

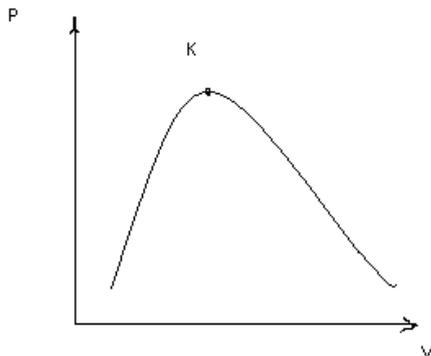
S: ### определяется соотношением $q = pV/pV_0$

- : коэффициент наполнения
- : коэффициент сжимаемости
- +: характеристический коэффициент
- : универсальная газовая постоянная

I: T112, КТ=1, ТЕМА= «1.2.4», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Кривая линия на диаграмме $p-v$ называется ###

- : изобарой
- : изотермой
- : адиабатой
- +: кривой насыщения



I: T113, КТ=1, ТЕМА= «1.2.5», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Закон ### утверждает, что, если два вещества имеют два одинаковых приведённых параметра, то и третий параметр будет совпадать

- : Ньютона
- : Дальтона
- : Шарля
- +: соответственных состояний

I: T114, КТ=1, ТЕМА= «1.2.6», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Соответствие между параметрами и их выражениями

- L1: приведённый объём
- L2: приведенное давление
- L3: приведенная температура
- L4: коэффициент сжимаемости

R1: $\varphi = V/V_k$

R2: $\pi = P/P_k$

R3: $\tau = T/T_k$

R4: $\xi = PV/RT$

I: T115, КТ=1, ТЕМА= «1.2.7», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Объём реального газа при низких давлениях и температурах ###, чем у идеального газа

- : больше
- : значительно больше
- +: меньше
- : значительно меньше

I: T116, КТ=1, ТЕМА= «1.2.8», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Объём реального газа при высоких давлениях ###, чем у идеального газа

- : значительно больше
- : значительно меньше
- : меньше
- +: больше

I: T117, КТ=1, ТЕМА= «1.3.1», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Соответствие между названием термодинамического процесса и постоянством параметра состояния

- L1: изохорный процесс
- L2: изобарный процесс
- L3: изотермический процесс
- L4: адиабатный процесс
- L5: политропный процесс

- R1: v
- R2: p
- R3: T
- R4: S
- R5:

I: T118, КТ=1, ТЕМА= «1.3.2», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: В ### процессе вся подводимая к нему теплота расходуется только на изменение внутренней энергии

- : изобарном
- : изотермическом
- +: изохорном
- : адиабатном

I: T119, КТ=1, ТЕМА= «1.3.3», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Соответствие эталонного процесса сжатия и типа компрессора

- L1: адиабатный
- L2: адиабатный
- L3: изотермический
- L4: изотермический

- R1: машина без внутреннего охлаждения
- R2: лопастной
- R3: машина с внутренним охлаждением
- R4: поршневой

I: T120, КТ=1, ТЕМА= «1.3.4», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Уравнение ### процесса имеет вид - $p \cdot v^k = \text{const}$

- : изохорного
- : изобарного
- : изотермического
- +: адиабатного

I: T121, КТ=1, ТЕМА= «1.3.5», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: В ### процессе вся подводимая к телу теплота полностью расходуется на совершение работы

- : изохорном
- : изобарном
- +: изотермическом
- : адиабатном

I: T122, КТ=1, ТЕМА= «1.3.6», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Уравнение ### процесса имеет вид - $pv^n = \text{const}$

- : изохорного
- : изобарного
- : изотермического
- +: политропного

I: T123, КТ=1, ТЕМА= «1.3.7», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Параметры состояния в ### процессе являются переменными величинами

- : изохорном
- : изобарном
- : изотермическом
- +: адиабатном
- +: политропном

I: T124, КТ=1, ТЕМА= «1.3.8», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Соответствие названных законов и их выражений

- L1: Бойля-Мариотта
- L2: Гей-Люссака
- L3: Шарля
- L4: Первый закон термодинамики

R1: $p \cdot v = \text{const}$

R2: $v/T = \text{const}$

R3: $p/T = \text{const}$

R4: $q = \Delta u + l$

I: T125, КТ=1, ТЕМА= «1.3.9», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Охлаждение газа в компрессоре ### работу сжатия

- : увеличивает
- : не изменяет
- : значительно увеличивает
- +: уменьшает

I: T126, КТ=1, ТЕМА= «1.3.10», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Охлаждение в процессе сжатия обычно применяется при ###

- : низкой степени сжатия
- +: относительно высокой степени сжатия
- : низком значении показателя адиабаты
- +: высоком значении показателя адиабаты

I: T127, КТ=1, ТЕМА= «1.3.11», ВРЕМЯ=0, ОЦЕНКА=1

S: Внутреннее охлаждение обычно применяется в ### компрессорах

- +: поршневых
- +: винтовых

- : центробежных
- : осевых

11.2. Оценочные средств 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 температур. |
| 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 «Низкотемпературное технологическое оборудование».

1. Обратимость машин (двигатели и рабочие машины).
2. Принцип действия объемных компрессоров.

3. Типы компрессоров объемного действия.
4. Принцип действия поточных компрессоров.
5. Типы компрессоров динамического действия.
6. Классификация компрессоров по назначению.
7. Классификация компрессоров по роду сжимаемой среды.
8. Классификация компрессоров с точки зрения смазки.
9. Классификация компрессоров с точки зрения охлаждения.
10. Классификация компрессоров по давлению.
11. Классификация компрессоров по типу приводного двигателя.
12. Области применения компрессорных машин.

Компрессоры объемного действия

1. Теоретическая индикаторная диаграмма компрессоров с самодействующими клапанами.
2. Индикаторные диаграммы бесклапанных компрессоров.
3. Действительные индикаторные диаграммы клапанных и бесклапанных компрессоров.
4. Геометрическая объемная производительность компрессоров.
6. Коэффициент подачи клапанных компрессоров и его зависимость от различных факторов (величина потерь, степени повышения давления, подогрева, дросселирования, сопротивления клапанов).
6. Коэффициент подачи бесклапанных компрессоров и его зависимость от гидромеханических потерь, впрыска масла и др.
7. Действительная объемная производительность компрессора.
8. массовая и холодильная производительность компрессора.
9. Адиабатная и изотермическая мощность компрессора.
10. Индикаторная (внутренняя) мощность компрессора.
11. Изотермический и индикаторный к.п.д. компрессора.
12. Эффективная мощность компрессора.
13. Эффективный к.п.д. компрессора.
14. Удельное энергопотребление компрессора.

Поршневые компрессоры.

1. Классификация компрессоров по конструктивным признакам (наличие крейцкопфа, сальника, разъемных цилиндров).
2. Классификация компрессоров по назначению, производительности, давлению, способам охлаждения.
3. Классификация компрессоров по роду сжимаемой среды.
4. Основные узлы и детали поршневых компрессоров.
5. Типы клапанов компрессоров.
6. Газодинамический расчет клапанов компрессора.
7. Поршни и поршневые кольца компрессоров. в.
8. Коренные, шатунные и поршневые подшипники компрессоров и их смазка.
9. Сальниковые уплотнения компрессоров.
10. Масляные насосы и фильтры компрессоров.
11. Конструктивные особенности бессальниковых холодильных компрессоров.
12. Коэффициент подачи компрессора и его производительность.
13. Действительная индикаторная диаграмма компрессора и его индикаторная мощность.

14. Причины перехода к многоступенчатому сжатию (коэффициент подачи, температура конца сжатия, потребляемая мощность).
15. Двухступенчатые аммиачные холодильные машины.
16. Двухступенчатые фреоновые холодильные машины.
17. Принципы унификации компрессоров и разработки типоразмерных рядов.

Динамика поршневой машины.

1. Схема кривошипно-шатунного механизма (КШМ).
2. Сила и момент, действующие в КШМ.
3. Индикаторная ж бицентричная диаграмма Брикса. Построение по уравнению политропы в способе
4. Силы инерции поступательно-движущихся и вращающихся элементов поршневой машины.
5. Силы трения поступательного и вращательного движения в поршневой машине.
6. Диаграмма суммарных сил, действующих на поршень в КШМ.
7. Диаграмма тангенциальных сил, действующих на ось колена вала.
8. Суммарные тангенциальные силы в многоцилиндровой поршневой машине.
9. Степень неравномерности вращения колен - вала.
10. Расчет маховика машины с использованием диаграммы суммарной тангенциальной силы.
11. Диаграмма радиальных сил, действующих на ось колена вала.
12. Силы, действующие на коренные и шатунные подшипники в поршневой машине (по диаграмме
13. Неуравновешенные силы инерции вращающихся масс и силы инерции 1-ого и 2-ого порядка движущихся масс. Неуравновешенные моменты.
14. Уравновешивание поршневой машины за счет рациональной компоновки шатунно-поршневых
15. Возможности уравновешивания поршневой машины с помощью нащечных противовесов.
16. Порядок расчета деталей машины на прочность.

Винтовые компрессоры.

1. Классификация компрессоров по назначению, конструктивным признакам, способам охлаждения
2. Конструктивные особенности сухих компрессоров.
3. Конструктивные особенности маслозаполненных компрессоров.
4. Типы профилей и расчет параметров винтов компрессоров.
5. Параметрические ряды холодильных винтовых компрессоров и агрегатов. Общие признаки.
6. Геометрическая степень сжатия винтовых компрессоров.
7. Внутренняя и действительная степень повышения давления и индикаторные диаграммы компрессоров.
8. Парные полости и объемная геометрическая производительность компрессоров.
9. Коэффициент подачи и действительная объемная, массовая и холодильная производительности
10. Адиабатная, внутренняя (индикаторная) и эффективная мощности компрессоров. Соответствующим
11. Количество тепла, отводимого при впрыске масла в компрессор.
12. Оптимальное количество впрыскиваемого масла.

Ротационные компрессоры.

1. Компрессора с внешним (типа Рутса), частично внешним (винтовые) и внутренним (клапанным) типом индикаторных диаграмм.
2. Принцип действия и конструкции многопластинчатых (пластинчато-роторных) компрессоров.
3. Теоретическая и действительная объемные производительности многопластинчатых компрессоров.
4. Индикаторная диаграмма и мощность многопластинчатого компрессора.
5. Принцип действия и конструкции пластинчато-статорных (с катящимся ротором) компрессоров.
6. Принцип действия роторно-поршневых (трохоидных) компрессоров.

7. Принцип действия спиральных компрессоров.

Центробежные турбокомпрессоры.

1. Основные элементы центробежной ступени.
2. Принцип действия и процесс повышения давления в центробежной ступени.
3. Статический и динамический напоры рабочего колеса.
4. Треугольники скоростей потока на рабочем колесе и в неподвижном диффузоре.
5. Коэффициент реактивности рабочего колеса.
6. Теоретическая удельная энергия (работа Эйлера), передаваемая рабочим колесом потоку среды.
7. Безразмерные коэффициенты напора и расхода.
8. Влияние числа и угла выхода лопаток центробежного колеса на коэффициент напора.
9. Затраты энергии на дисковое трение в протечки.
10. Действительная удельная работа колеса центробежной ступени.
11. Число ступеней центробежного компрессора.
12. Процесс сжатия пара в диаграмме $S-T$ для холодильного центробежного компрессора.
13. Объемная производительность компрессора.
14. Изэнтропный (адиабатный) и политропный к.в.д. компрессора.
15. Мощность на валу компрессора.
16. Схемы и состав холодильных компрессорных агрегатов.
17. Особенности холодильных центробежных компрессоров по сравнению с воздушными и газовыми.

Осевые турбокомпрессоры.

1. Основные элементы осевой ступени.
2. Отличия осевой ступени от центробежной.
3. Треугольники скоростей в осевой ступени..
4. Удельная работа ступени.
5. Безразмерные коэффициент Маха, расхода, степени реактивности ступени.
6. Параметры торможения рабочего тела (температура, давление, энтальпия, плотность).
7. Определение числа ступеней компрессора.
8. Определение наружного диаметра лопаток ступеней.
9. Конструктивные особенности осевых турбокомпрессоров.
10. Характеристики (производительность, давление нагнетания) осевых турбокомпрессоров и области применения.

Регулирование производительности и работа компрессоров в системах холодильных машин.

1. Регулирование производительности компрессоров посредством изменения числа оборотов.
2. Регулирование производительности компрессоров посредством байпасирования.
3. Регулирование производительности компрессоров путем дросселирования пара на всасывании.
4. Регулирование производительности поршневых компрессоров путем отключения цилиндров и отжима всасывающих клапанов.
5. Регулирование производительности винтовых компрессоров с помощью золотникового устройства.
6. Совмещенная напорная характеристика центробежного турбокомпрессора (ЦТК) и сети. Рабочая точка.
7. Условие устойчивой работы. ЦТК ($dp_c/dV > dp_k/dV$).

8. Явление помпажа (резкие колебания производительности и давления ЦТК).
9. Регулирование производительности ЦТК посредством дросселирования потока на нагнетании (в сети).
10. Регулирование производительности ЦТК посредством дросселирования потока на всасывании.
11. Регулирование производительности ЦТК посредством байпасирования части потока со стороны нагнетания на всасывание.
12. Регулирование путем изменения числа оборотов ЦТК.
13. Регулирование посредством закрутки потока во входном направляющем аппарате.
14. Антипомпажное регулирование путем отвода, байпасирования части потока или с помощью турбодетандера.

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 установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров	<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 практическими 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 практическими навыками. 3. Использовать математи- 	<p>Знать:</p> <p>* дроссельные и детандерные циклы криогенных установок, 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>

		ческие и естественнонаучные методы при описании типовых профессиональных задач	
--	--	--	--

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 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

