

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Башкирский институт технологий и управления (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения «Московский государственный университет  
технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БИТУ (филиала)  
\_\_\_\_\_  
Е.В. Кузнецова  
« 29 » июня 2023 г.



## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### **Б1.О.03.14 Научные основы физики низких температур**

Кафедра:	Пищевые технологии и промышленная инженерия
Направление подготовки:	16.03.01 Техническая физика
Направленность (профиль):	Проектирование и эксплуатация систем холодоснабжения
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год набора:	2023
Общая трудоемкость:	108 часов/3 з.е.

Мелеуз, 2023 г.

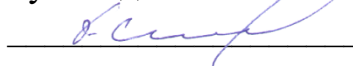
Программу составил(и):  
канд.техн.наук доц. Сьянов Д.А.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**"Научные основы физики низких температур"**

разработана составлена на основании учебного плана, утвержденного ученым советом 25 мая 2023 г. протокол № 11 в соответствии с ФГОС ВО Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика (приказ Минобрнауки России от 01.06.2020 г. № 696)

Руководитель ОПОП

 доцент, к.т.н., доцент Сьянов Д.А.

Рабочая программа обсуждена на заседании обеспечивающей кафедры

**Пищевые технологии и промышленная инженерия**

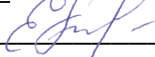
Протокол от 29 июня 2023 г. № 11

И.о. зав. кафедрой Кузнецова Е.В. 

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

**Пищевые технологии и промышленная инженерия**

Протокол от 29 июня 2023 г. № 11

И.о. зав. кафедрой Кузнецова Е.В. 

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ОБЪЕМ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
6. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
9. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 1.1. Цели:

изучение студентами физических основ получения холода и конструкций низкотемпературных установок.

### 1.2. Задачи:

1. Ознакомить студентов с кругом практических задач холодильной и криогенной техники; принципами получения низких температур в различных диапазонах (умеренно низких, криогенных, сверхнизких);
2. Показать особенности применения принципов термодинамики к анализу и расчету рабочих процессов в низкотемпературных системах;
3. Способы определения степени термодинамического совершенства низкотемпературных установок, основы энтропийного (эксергетического анализа);
4. Методы составления энергетических и энтропийных балансов машин, аппаратов и установок;
5. Изучить рабочие процессы, сопровождающиеся понижением температуры;
6. Холодопроизводительности цикла; способы определения свойств рабочих веществ (в том числе смесей) в различных состояниях и в условиях фазового равновесия;
7. Знать принципы построения низкотемпературных установок;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ОБЪЕМ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП и обязательна для освоения.

### Распределение часов дисциплины

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	24	24	24	24
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

### Вид промежуточной аттестации:

Экзамен 6 семестр

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их

**ОПК-4: Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности**

ОПК-4.1: Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и экспериментальных исследований систем холодоснабжения

ОПК-4.2: Умеет применять физико-математические методы для решения задач в области теоретических и экспериментальных исследований технической физики

ОПК-4.3: Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик низкотемпературных объектов

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименования разделов, тем, их краткое содержание и результаты освоения /вид занятия/	Семестр	Часов	Инте ракт.	Прак. подг.	Индикаторы достижения компетенции	Оценочные средства
	<b>Раздел 1. Модуль 1. Основные термодинамические понятия и законы. Термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем</b>						
1.1	<b>Тема 1 Базовые термодинамические понятия и законы</b> Содержание: 1. Принцип сохранения массы, материальный баланс. 2. Принцип сохранения энергии. 3. Энергетический баланс. 4. Принцип возрастания энтропии. 5. Уравнение энтропийного баланса. Знать: Базовые термодинамические понятия и законы /Лек/	6	6	0	0	ОПК-4.1	Конспект, устный опрос
1.2	<b>Тема 1 Базовые термодинамические понятия и законы</b> Содержание: 1. Принцип сохранения массы, материальный баланс. 2. Принцип сохранения энергии. 3. Энергетический баланс. 4. Принцип возрастания энтропии. 5. Уравнение энтропийного баланса. Знать: Базовые термодинамические понятия и законы Уметь: применять термодинамические уравнения и зависимости для анализа и расчета рабочих процессов криогенных и низкотемпературных машин и аппаратов; Владеть: представлениями об охлаждении, криостатировании, конденсации в жидкую и твердую фазу (десублимация), ожижении, разделении газов, очистке газов; /Ср/	6	8	0	0	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Вопросы к самоподготовке
1.3	<b>Тема 2 Термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем</b> Содержание: 1. Термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем. 2. Равновесные состояния и фазовые переходы чистых веществ. 3. Рабочие диаграммы криогенных систем. 4. Равновесные состояния и фазовые переходы бинарных систем. Знать: Рабочие диаграммы криогенных	6	6	0	0	ОПК-4.1	Конспект, устный опрос

	систем /Лек/						
1.4	Лабораторная работа № 1 "Термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем" Уметь: Строить термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем Владеть: Представлениями о индивидуальных свойствах рабочих веществ, фазовом равновесии, дифференциальном и интегральном дроссель-эффекте /Лаб/	6	2	0	0	ОПК-4.2, ОПК-4.3	Отчет по лабораторным работам
1.5	Тема 2 Термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем Содержание: 1. Термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем. 2. Равновесные состояния и фазовые переходы чистых веществ. 3. Рабочие диаграммы криогенных систем. 4. Равновесные состояния и фазовые переходы бинарных систем. Знать: Рабочие диаграммы криогенных систем Уметь: Строить термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем Владеть: Представлениями о индивидуальных свойствах рабочих веществ, фазовом равновесии, дифференциальном и интегральном дроссель-эффекте /Ср/	6	8	0	0	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Вопросы к самоподготовке
1.6	Практическая работа №1 "Расчёт основных процессов для получения низких температур" Уметь: определять основные параметры состояния термодинамических систем из уравнений; Владеть: теоретическими и практическими навыками о волновом расширении газа; одноразовом и непрерывном охлаждении; идеальных циклах Лоренца,  /Пр/	6	4	0	0	ОПК-4.2, ОПК-4.3	Отчет по практическим работам
1.7	Лабораторная работа № 2 "Исследование процессов сжатия реальных газов в обратных термодинамических циклах". Уметь: определять основные параметры состояния термодинамических систем из уравнений; Владеть: теоретическими и практическими навыками о волновом расширении газа; одноразовом и непрерывном охлаждении; идеальных циклах	6	4	0	0	ОПК-4.2, ОПК-4.3	Отчет по лабораторным работам

	<b>Лоренца, Карно /Лаб/</b>						
1.8	<b>Практическая работа № 2</b> <b>"Изучение процессов, сопровождающихся понижением температуры."</b>  <b>Уметь:</b> <b>определять основные параметры состояния термодинамических систем из уравнений;</b> <b>Владеть:</b> <b>теоретическими и практическими навыками о волновом расширении газа; одноразовом и непрерывном охлаждении; /Пр/</b>	6	4	0	0	ОПК-4.2,ОПК-4.3	Отчет по практическим работам
1.9	<b>Практическая работа № 3</b> <b>"Определение равновесного состояния и фазовых переходов чистых веществ."</b>  <b>Уметь:</b> <b>определять фазовые переходы процессов криогенных систем</b> <b>Владеть:</b> <b>понятием о свойствах рабочих веществ, фазовом равновесии, дифференциальном и интегральном дроссель-эффекте /Пр/</b>	6	4	0	0	ОПК-4.2,ОПК-4.3	Отчет по практическим работам
	<b>Раздел 2.Модуль 2. Идеальные циклы и реальные циклы криогенных систем. Основные циклы низкотемпературных установок</b>						
2.1	<b>Тема 3 Идеальные и реальные циклы криогенных системы</b> <b>Содержание:</b> <b>1. Криогенное термостатирование.</b> <b>2. Криогенное охлаждение.</b> <b>3. Криогенная конденсация и кристаллизация.</b> <b>4. Ожижение криогенных газов.</b> <b>5. Разделение газовых смесей.</b> <b>Знать:</b> <b>Идеальные и реальные циклы криогенных системы</b> <b>/Лек/</b>	6	2	0	0	ОПК-4.1	Конспект, устный опрос
2.2	<b>Лабораторная работа № 3</b> <b>"Исследование идеальных и реальных циклов криогенных систем"</b> <b>Уметь:</b> <b>представлять в графической и аналитической форме функциональные зависимости криогенных циклов</b> <b>Владеть:</b> <b>приемами сравнения реальных и теоретических циклов /Лаб/</b>	6	4	0	0	ОПК-4.2,ОПК-4.3	Отчет по лабораторным работам
2.3	<b>Тема 3 Идеальные и реальные циклы криогенных системы</b> <b>Содержание:</b> <b>1. Криогенное термостатирование.</b> <b>2. Криогенное охлаждение.</b> <b>3. Криогенная конденсация и кристаллизация.</b> <b>4. Ожижение криогенных газов.</b> <b>5. Разделение газовых смесей.</b>	6	8	0	0	ОПК-4.1,ОПК-4.2,ОПК-4.3	Вопросы к самоподготовке

	<p><b>Знать:</b> Идеальные и реальные циклы криогенных системы</p> <p><b>Уметь:</b> представлять в графической и аналитической форме функциональные зависимости криогенных циклов</p> <p><b>Владеть:</b> приемами сравнения реальных и теоретических циклов /Ср/</p>						
2.4	<p><b>Тема 4 Основные циклы низкотемпературных установок</b></p> <p><b>Содержание:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дроссельные циклы ожижения.</li> <li>2. Цикл с простым дросселированием.</li> <li>3. Цикл с предварительным охлаждением и дросселированием.</li> <li>4. Цикл с двойным дросселированием и циркуляцией части потока.</li> <li>5. Цикл с двойным дросселированием и предварительным охлаждением.</li> </ol> <p><b>Знать:</b> Основные циклы низкотемпературных установок /Лек/</p>	6	2	0	0	ОПК-4.1	Конспект, устный опрос
2.5	<p><b>Лабораторная работа № 4 "Построение цикла с предварительным охлаждением и дросселированием."</b></p> <p><b>Уметь:</b> Строить циклы низкотемпературных установок</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проектно-конструкторских работ с применение современной вычислительной техники и программных комплексов. /Лаб/</p>	6	4	0	0	ОПК-4.2,ОПК-4.3	Отчет по лабораторным работам
2.6	<p><b>Лабораторная работа № 5 " Построение цикла с двойным дросселированием и циркуляцией части потока."</b></p> <p><b>Уметь:</b> Строить циклы низкотемпературных установок</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проектно-конструкторских работ с применение современной вычислительной техники и программных комплексов. /Лаб/</p>	6	2	0	0	ОПК-4.2,ОПК-4.3	Отчет по лабораторным работам
2.7	<p><b>Практическая работа № 4 "Расчёт и сравнение идеальных и реальных циклов криогенных систем"</b></p> <p><b>Уметь:</b> представлять в графической и аналитической форме функциональные зависимости криогенных циклов</p> <p><b>Владеть:</b> приемами сравнения реальных и теоретических циклов /Пр/</p>	6	4	0	0	ОПК-4.2,ОПК-4.3	Отчет по практическим работам
2.8	<b>Подготовка к экзамену. Экзамен</b>	6	36	0	0	ОПК-	Тестирование, вопросы к



	<p><b>Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и экспериментальных исследований систем холодоснабжения</b></p> <p><b>Умеет применять физико-математические методы для решения задач в области теоретических и экспериментальных исследований технической физики</b></p> <p><b>Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик низкотемпературных объектов</b></p> <p>/Экзамен/</p>					4.1,ОПК-4.2,ОПК-4.3	экзамену
--	---	--	--	--	--	---------------------	----------

### Перечень применяемых активных и интерактивных образовательных технологий:

#### *Кейс-технология*

Технология включает в себя: индивидуальную самостоятельную работу обучаемых с материалами кейса (идентификация проблемы, формулирование ключевых альтернатив, предложение решения или рекомендуемого действия); работу в малых группах по согласованию видения ключевой проблемы и ее решений; презентацию и экспертизу результатов малых групп на общей дискуссии (в рамках учебной группы)

#### *Проектная технология*

Стандартизированный метод оценки знаний, умений, навыков учащихся, который помогает выявить и сформировать индивидуальный темп обучения, пробелы в текущей итоговой подготовке

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

СРС – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (возможно частичное непосредственное участие преподавателя при сохранении ведущей роли 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. Функции СРС: развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к 10 творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов); информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной); ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация); воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина); исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведенных на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведенных на освоение дисциплины, увеличивается до 90%. Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности. На основании компетентного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана

текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно-телекоммуникационной сети Интернет и др.

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчетов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования индикаторов их достижения в процессе освоения ОПОП

**ОПК-4:Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности**

#### *Недостаточный уровень:*

Знает основные направления развития и проблематику технической физики и некоторые способы определения свойств

Умеет применять физико-математические методы для решения определённых задач

Владеет некоторыми навыками расчетно-экспериментальных работ, понятиями об установившемся режиме

#### *Пороговый уровень:*

Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и особенности применения принципов термодинамики

Умеет применять физико-математические методы для решения определённых задач, составлять энергетические балансы машин, аппаратов

Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ ,приемами сравнения реальных и теоретических циклов; методикой оценки производительности.

#### *Продвинутый уровень:*

Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и экспериментальных исследований и некоторые методы составления энергетических балансов

Умеет применять физико-математические методы для решения задач в области теоретических исследований, представлять функциональные зависимости криогенных циклов

Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик низкотемпературных объектов, представлениями о криостатировании

#### *Высокий уровень:*

Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и экспериментальных исследований систем холодоснабжения, структуру выполнения проектно-конструкторских работ

Умеет применять физико-математические методы для решения задач в области теоретических и экспериментальных исследований технической физики,выбирать методы решения дифференциальных уравнений

Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик низкотемпературных объектов, навыками проектно-конструкторских работ с применение современной вычислительной техники и программных комплексов

### 6.2. Шкала оценивания в зависимости от уровня сформированности компетенций

#### Уровень сформированности компетенций

Характеристики индикаторов достижения компетенций	<b>1. Недостаточный: компетенции не сформированы.</b>	<b>2. Пороговый: компетенции сформированы.</b>	<b>3. Продвинутый: компетенции сформированы.</b>	<b>4. Высокий: компетенции сформированы.</b>
<b>Знания:</b>	Знания отсутствуют.	Сформированы базовые структуры знаний.	Знания обширные, системные.	Знания твердые, аргументированные, всесторонние.
<b>Умения:</b>	Умения не сформированы.	Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.	Умения носят репродуктивный характер применяются к решению типовых заданий.	Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий.

<b>Навыки:</b>	Навыки не сформированы.	Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка.
----------------	-------------------------	--	---	---

### Описание критериев оценивания

Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сути дополнительных вопросов в рамках заданий билета; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкая степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сути излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов билета, присутствует неуверенность в ответах на дополнительные вопросы.	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сути и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
<b>0 - 59 баллов</b>	<b>60 - 69 баллов</b>	<b>70 - 89 баллов</b>	<b>90 - 100 баллов</b>
<b>Оценка «незачет», «неудовлетворительно»</b>	<b>Оценка «зачтено/удовлетворительно», «удовлетворительно»</b>	<b>Оценка «зачтено/хорошо», «хорошо»</b>	<b>Оценка «зачтено/отлично», «отлично»</b>

### Оценочные средства, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций, заявленных в рабочей программе по дисциплине (модулю) для проведения промежуточной аттестации

<b>ОЦЕНИВАНИЕ УРОВНЯ ЗНАНИЙ: Теоретический блок вопросов. Уровень освоения программного материала, логика и грамотность изложения, умение самостоятельно обобщать и излагать материал.</b>
<b>1. Недостаточный уровень</b>
Знает основные направления развития и проблематику технической физики и некоторые способы определения свойств
Умеет применять физико-математические методы для решения определённых задач
Владеет некоторыми навыками расчетно-экспериментальных работ, понятиями об установившемся режиме
<b>2. Пороговый уровень</b>
Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и особенности применения принципов термодинамики
Умеет применять физико-математические методы для решения определённых задач, составлять энергетические балансы машин, аппаратов
Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ, приемами сравнения реальных и теоретических циклов; методикой оценки производительности.
<b>3. Продвинутый уровень</b>
Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и экспериментальных исследований и некоторые методы составления энергетических балансов
Умеет применять физико-математические методы для решения задач в области теоретических исследований, представлять функциональные зависимости криогенных циклов
Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик низкотемпературных

объектов, представлениями о криостатировании
<b>4. Высокий уровень</b>
Знает основные направления развития и проблематику технической физики, в области проектирования и экспериментальных исследований систем холодоснабжения, структуру выполнения проектно-конструкторских работ
Умеет применять физико-математические методы для решения задач в области теоретических и экспериментальных исследований технической физики, выбирать методы решения дифференциальных уравнений
Владеет навыками расчетно-экспериментальных работ по многовариантному анализу характеристик низкотемпературных объектов, навыками проектно-конструкторских работ с применением современной вычислительной техники и программных комплексов

В случае, если сумма рейтинговых баллов, полученных при прохождении промежуточной аттестации составляет от 0 до 9 баллов, то зачет/зачет с оценкой/экзамен НЕ СДАН, независимо от итогового рейтинга по дисциплине.

В случае, если сумма рейтинговых баллов, полученных при прохождении промежуточной аттестации находится в пределах от 10 до 30 баллов, то зачет/зачет с оценкой/экзамен СДАН, и результат сдачи определяется в зависимости от итогового рейтинга по дисциплине в соответствии с утвержденной шкалой перевода из 100-балльной шкалы оценивания в 5-балльную.

Для приведения рейтинговой оценки по дисциплине по 100-балльной шкале к аттестационной по 5-балльной шкале в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» используется следующая шкала:

Аттестационная оценка по дисциплине	Рейтинговая оценка по дисциплине
"ОТЛИЧНО"	90 - 100 баллов
"ХОРОШО"	70 - 89 баллов
"УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО"	60 - 69 баллов
"НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО"	менее 60 баллов
"ЗАЧТЕНО"	более 60 баллов
"НЕ ЗАЧТЕНО"	менее 60 баллов

### 6.3. Оценочные средства текущего контроля (примерные темы докладов, рефератов, эссе)

Вопросы к устному опросу:

Тема 1.

1. Дайте характеристику идеальных циклов криогенных систем
2. Что такое энергетический баланс отдельных ступеней охлаждения криогенных циклов
3. Назовите структуру криогенных циклов. Выбор исходных данных для расчета
  1. Из чего состоит обратимый цикл криогенного термостатирования (цикл Карно). Полная и полезная холодопроизводительность. Минимальная работа цикла.
  2. Охарактеризуйте идеальный цикл ожижения газа.
6. Что такое полная и полезная холодопроизводительность. Минимальная работа цикла.
7. Перечислите классификацию криогенных установок по назначению, по способу получения холода.
8. В чём заключается эффективность реальных криогенных циклов.
9. Назовите структуру криогенных циклов.
10. Дайте определение температурных уровней после каждой ступени охлаждения и давления прямого и обратного потоков.

Тема 2

1. Перечислите выбор допускаемых потерь и коэффициентов при расчете реальных криогенных циклов.
2. Назовите основные характеристики криогенных циклов в рефрижераторном режиме и режиме ожижения.
3. Дайте определение удельной холодопроизводительности ступени с внешним охлаждением криогенных циклов.
4. Дайте определение удельной холодопроизводительности ступени с расширением потока в детандере криогенных циклов.
5. Дайте определение удельной холодопроизводительности ступени с расширением потока в дроссельном устройстве криогенных циклов.
6. Охарактеризуйте криогенный цикл с простым дросселированием. Основные характеристики.
7. Охарактеризуйте криогенный цикл с предварительным охлаждением и дросселированием. Основные характеристики.
8. Перечислите криогенные циклы с несколькими ступенями предварительного охлаждения. Основные характеристики.
9. Охарактеризуйте криогенный цикл с дросселированием, предварительным охлаждением в КГМ. и эжектором. Основные характеристики.
10. Охарактеризуйте криогенный цикл с двойным дросселированием и циркуляцией части потока. Основные характеристики.

Тема 3

1. В заключается практическое использование низких температур
2. Что такое обратимый цикл криогенного криостатирования (цикл Карно).
3. Охарактеризуйте идеальный цикл ожижения газа. Уравнение Карно-Клаузиуса. Минимальная работа цикла.
4. Перечислите ступени охлаждения и циклы криогенных установок

10. Дайте определение газовой детандерной цикла с одной и двумя ступенями охлаждения. Определение оптимального перепада давления в детандере.

#### Тема 4

1. Охарактеризуйте обратные циклы Стирлинга и Эриксона. Схема реализации цикла Стирлинга в поршневой машине с двумя поршнями регенератором и охладителем.
2. В чём сущность цикла Стирлинга в машинах с гармоничным движением поршней.
3. Опишите цикл криогенной газовой машины Гиффорда – Мак-Магона. Принципиальная схема и цикл криогенератора Гиффорда – Мак-Магона.
4. Что такое пульсационные криогенераторы
5. Изобразите схему одноступенчатой и двухступенчатой пульсационных труб. Схемы пульсационных охладителей газа. Цикл Вюльме-Такониса.
6. Опишите схему КГМ для ожижения воздуха, работающая по циклу Стирлинга.
7. Изобразите схему двухступенчатой КГМ Стирлинга.
8. Опишите схему и цикл КГМ Гиффорда-Мак-Магона.
9. Дайте описание схемы одно- и двухступенчатой машины Гиффорда-Мак-Магона с золотниковым газо-распределителем.
10. Охарактеризуйте цикл КГМ Вюльме-Такониса. Схема действия и диаграммы рабочего процесса.

#### Вопросы для самоподготовки

##### Тема 1

1. В чём заключается принцип сохранения массы, материальный баланс.
2. Какова сущность принципа сохранения энергии.
3. Что такое энергетический баланс?
4. В чём заключается принцип возрастания энтропии.
5. Опишите уравнение энтропийного баланса.
6. В чём заключается необратимость и затраты работы.
7. Охарактеризуйте принцип недостижимости абсолютного нуля термодинамической температуры.
8. Какие вы знаете термодинамические диаграммы и процессы криогенных систем?
9. Опишите равновесные состояния и фазовые переходы чистых веществ.
10. Что представляют собой рабочие диаграммы криогенных систем?

##### Тема 2

1. Перечислите выбор допускаемых потерь и коэффициентов при расчете реальных криогенных циклов.
2. Назовите основные характеристики криогенных циклов в рефрижераторном режиме и режиме ожижения.
3. Дайте определение удельной холодопроизводительности ступени с внешним охлаждением криогенных циклов.
4. Дайте определение удельной холодопроизводительности ступени с расширением потока в детандере криогенных циклов.
5. Дайте определение удельной холодопроизводительности ступени с расширением потока в дроссельном устройстве криогенных циклов.
6. Охарактеризуйте криогенный цикл с простым дросселированием. Основные характеристики.
7. Охарактеризуйте криогенный цикл с предварительным охлаждением и дросселированием. Основные характеристики.
8. Перечислите криогенные циклы с несколькими ступенями предварительного охлаждения. Основные характеристики.
9. Охарактеризуйте криогенный цикл с дросселированием, предварительным охлаждением в КГМ. и эжектором. Основные характеристики.
10. Охарактеризуйте криогенный цикл с двойным дросселированием и циркуляцией части потока. Основные характеристики.

##### Тема 3

1. В заключается практическое использование низких температур
2. Что такое обратимый цикл криогенного криостатирования (цикл Карно).
3. Охарактеризуйте идеальный цикл ожижения газа. Уравнение Карно-Клаузиуса. Минимальная работа цикла.
4. Перечислите ступени охлаждения и циклы криогенных установок
5. Какова классификация криогенных установок по назначению, по способу получения холода. Холодопроизводительность, затраты работы, потери, и эффективность реальных циклов.
6. Опишите ступени с внешним охлаждением, с расширением потока в детандере, с расширением потока в дроссельном устройстве ожижительных и рефрижераторных циклов.
7. Опишите цикл с простым дросселированием.
8. Опишите цикл с предварительным охлаждением и дросселированием.
9. Опишите Циклы с несколькими ступенями предварительного охлаждения. Цикл с двойным дросселированием и циркуляцией части потока.
10. Дайте определение газовой детандерной цикла с одной и двумя ступенями охлаждения. Определение оптимального перепада давления в детандере.

#### Темы практических работ:

Практическая работа №1 "Расчёт основных процессов для получения низких температур"

#### 6.4. Оценочные средства промежуточной аттестации.

##### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

##### ОПК-4

Вопросы для проверки уровня обученности "знать":

1. Дайте определение "Обратимый цикл криогенного термостатирования (цикл Карно)".
2. Что такое полная и полезная холодопроизводительность.
3. Что такое минимальная работа цикла.
4. Дайте определение "Идеальный цикл ожижения газа."
5. Какова классификация криогенных установок по назначению, по способу получения холода.
6. Что такое холодопроизводительность, затраты работы, потери, и эффективность реальных криогенных циклов. Какова структура криогенных циклов.
7. Назовите целесообразное число ступеней охлаждения.
8. Дайте определение температурных уровней после каждой ступени охлаждения и давления прямого и обратного потоков.
9. Каков выбор допускаемых потерь и коэффициентов при расчете реальных криогенных циклов.
10. Перечислите основные характеристики криогенных циклов в рефрижераторном режиме и режиме ожижения.
11. Что такое энергетические баланс и определение удельной холодопроизводительности ступени с внешним охлаждением криогенных циклов.
12. Дайте определение энергетические баланс и определение удельной холодопроизводительности ступени с расширением потока в детандере криогенных циклов.
13. Дайте определение энергетические баланс и определение удельной холодопроизводительности ступени с расширением потока в дроссельном устройстве криогенных циклов.
14. Что такое криогенный цикл с простым дросселированием. Основные характеристики.
15. Охарактеризуйте криогенный цикл с предварительным охлаждением и дросселированием. Основные характеристики.

Вопросы для проверки уровня обученности "уметь":

1. Проанализируйте криогенные циклы с несколькими ступенями предварительного охлаждения. Основные характеристики.
2. Дайте характеристику криогенному циклу с дросселированием, предварительным охлаждением в КГМ. и эжектором. Основные характеристики.
3. Опишите криогенный цикл с двойным дросселированием и циркуляцией части потока. Основные характеристики.
4. Опишите газовый детандерный криогенный цикл с одной ступенью охлаждения и его основные характеристики.
5. Проанализируйте газовый детандерный криогенный цикл с двумя ступенями охлаждения и его основные характеристики.
6. Дайте определение оптимального перепада давления в детандере газового детандерного цикла.
7. Перечислите сравнительные характеристики газовых циклов.
8. Проанализируйте термодинамический анализ детандерного цикла.
9. Опишите ожижительный комбинированный цикл с дросселированием и расширением криоагента в детандере высокого давления с двумя ступенями охлаждения.
10. Сформулируйте определение доли детандерного потока.
11. Опишите ожижительный комбинированный цикл с дросселированием и расширением криоагента в детандере среднего давления с двумя ступенями охлаждения.
12. Дайте характеристику "Криогенный цикл низкого давления с турбодетандером".
13. Из каких процессов состоит криогенный цикл с расширением в детандере, дросселированием и предварительным охлаждением.
14. Проанализируйте криогенный цикл с парожидкостным детандером.
15. Охарактеризуйте обратный цикл КГМ Стирлинга и схема его реализации в поршневой машине с двумя поршнями регенератором и охладителем.

Вопросы для проверки уровня обученности "владеть":

1. Кислородный баллон емкостью 40 л наполнен кислородом до абсолютного давления 15,5 МПа при температуре 303 К. Какое давление кислорода будет в баллоне при понижении температуры в нем до 263 К? .
2. Чему равна массовая теплоемкость воздуха при массовой концентрации основных компонентов: 75,6 % - азот; 23,1 % - кислород; 1,3 % - аргон?
3. Какое количество влаги выпадет в виде конденсата при сжатии 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха при 30°C от атмосферного

## Итоговое тестирование

## ОПК-4

1. Какую температурную область охватывает криогенная техника

- 1) Ниже 273 К
- 2) Ниже 200 К
- 3) Ниже 150 К
- 4) Ниже 120 К

2. Температура 120 К соответствует температуре в °С равной

- 1) – 100 °С
- 2) – 153 °С
- 3) + 153 °С
- 4) – 150 °С

3. Формулировка «Сумма всех масс, вошедших и вышедших через контрольную поверхность термодинамической системы, равна изменению массы этой системы, ограниченной данной контрольной поверхностью» относится к определению

- 1) Закона сохранения энергии
- 2) Первого закона термодинамики
- 3) Второго закона термодинамики
- 4) Материального баланса термодинамической системы

4. Математическое выражение уравнения материального баланса термодинамической системы имеет вид

- 1)  $\sum(G_{if}) = \sum m$
- 2)  $\sum L + \sum Q = \sum \dot{E}$
- 3)  $\sum L + \sum(G_{if})_{ад} + \sum Q = \sum \dot{E}$
- 4)  $\partial Q = \partial U + p \partial V$
- 5)  $h = u + pv$

5. Формулировка «Для любой системы алгебраическая сумма всех внешних воздействий, которыми система обменивается с окружающими телами через контрольную поверхность, равна изменению энергии системы» относится к определению

- 1) Энергетического баланса термодинамической системы
- 2) Материального баланса термодинамической системы
- 3) Второго закона термодинамики
- 4) Третьего закона термодинамики

6. Общее математическое выражение уравнения энергетического баланса термодинамической системы имеет вид

- 1)  $\sum(G_{if}) = \sum m$
- 2)  $\sum(\text{всех внешних воздействий}) = \sum \dot{E}$
- 3)  $\partial Q = \partial U + p \partial V$
- 4)  $h = u + pv$

7. Какие величины не входят в левую часть уравнения энергетического баланса термодинамической системы

- 1)  $L$  – механическая (электрическая) работа (для процессов намагничивания – работа намагничивания)
- 2)  $pv$  – работа гидродинамических сил каждой единицы массы на входе и выходе из контрольной системы
- 3)  $i$  – внутренняя тепловая энергия каждой единицы массы, пересекающей контрольную поверхность системы
- 4)  $e_k$  и  $e_p$  – кинетическая и потенциальная энергия каждой единицы массы, пересекающей контрольную поверхность
- 5)  $i = i + pv$  – энтальпия или удельная энергия потока (при малых скоростях) на входе или выходе из системы

8. Какие величины входят в левую часть уравнения энергетического баланса термодинамической системы

- 1)  $L$  – механическая (электрическая) работа (для процессов намагничивания – работа намагничивания)
- 2)  $pv$  – работа гидродинамических сил каждой единицы массы на входе и выходе из контрольной системы
- 3)  $i$  – внутренняя тепловая энергия каждой единицы массы, пересекающей контрольную поверхность системы
- 4)  $e_k$  и  $e_p$  – кинетическая и потенциальная энергия каждой единицы массы, пересекающей контрольную поверхность
- 5)  $i = i + pv$  – энтальпия или удельная энергия потока (при малых скоростях) на входе или выходе из системы

9. Уравнение энергетического баланса  $\sum L + \sum Q = \sum \dot{E}$  относится к

- 1) Открытой термодинамической системе
- 2) Закрытой термодинамической системе
- в) Теплоизолированной (адиабатной) термодинамической системе
- г) Изолированной (замкнутой) термодинамической системе

10. Уравнение энергетического баланса  $\sum L + \sum(G_{if})_{ад} + \sum Q = \sum \dot{E}$  относится к

- 1) Открытой термодинамической системе
- 2) Закрытой термодинамической системе
- в) Теплоизолированной (адиабатной) термодинамической системе
- г) Изолированной (замкнутой) термодинамической системе

11. Для стационарных либо установившихся режимов изменение энергии системы  $\sum \dot{E}$  равно

- 1)  $\sum \dot{E} = 0$
- 2)  $\sum \dot{E} > 0$
- 3)  $\sum \dot{E} < 0$

4)  $\square \Theta = \infty$ 

12. Принцип возрастания энтропии является обобщающим результатом

- 1) Первого закона термодинамики
- 2) Второго закона термодинамики
- 3) Третьего закона термодинамики

13. Уравнение  $\square s_i + \square s_0 = 0$  называется

- 1) Уравнением энтропийного баланса
- 2) Уравнением первого закона термодинамики
- 3) Уравнением энергетического баланса термодинамической системы
- 4) Уравнением материального баланса термодинамической системы

14. Уравнение энтропийного баланса  $\square s_i + \square s_0 > 0$  относится к

- 1) Изолированным, равновесным термодинамическим системам и обратимым процессам
- 2) Замкнутым адиабатным термодинамическим системам и необратимым процессам
- 3) Закрытым неравновесным термодинамическим системам и обратимым процессам
- 4) Открытым равновесным термодинамическим системам и необратимым процессам

15. Уравнение энтропийного баланса  $\square \square s_i + \square s_0 = 0$  относится к

- 1) Изолированным, равновесным термодинамическим системам и обратимым процессам
- 2) Замкнутым адиабатным термодинамическим системам и необратимым процессам
- 3) Закрытым неравновесным термодинамическим системам и обратимым процессам
- 4) Открытым равновесным термодинамическим системам и необратимым процессам

### 6.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрено

### 6.6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические рекомендации по работе с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Работа с рекомендованной литературой:

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом. Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать. План – это схема прочитанного материала, перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов: - план-конспект – это развернутый детализированный план, в котором по наиболее сложным вопросам даются подробные пояснения, - текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника, - свободный конспект – это четко и кратко изложенные основные положения в результате глубокого изучения материала, могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом, - тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает ответ по изучаемому вопросу. В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические занятия представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение – углубление проработки теоретического материала предмета путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении



всего курса. Процесс подготовки к практическим занятиям включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение практического занятия предполагает, например:  индивидуальные выступления студентов с сообщениями по какому-либо вопросу изучаемой темы;  фронтальное обсуждение рассматриваемой проблемы, обобщения и выводы;  решение задач и упражнений по образцу;  решение вариантных задач и упражнений;  решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;  проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.  выполнение контрольных работ;  работу с тестами. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия; прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий план ответа на каждый вопрос практического занятия; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради. Все письменные задания выполнять в рабочей тетради. Практические занятия развивают у студентов навыки самостоятельной работы по решению конкретных задач.

#### Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Лабораторные работы представляют одну из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков в изучаемой дисциплине. Их назначение – углубление проработки теоретического материала, формирование практических навыков путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к лабораторным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение лабораторной работы предполагает:  изучение теоретического материала по теме лабораторной работы (по вопросам изучаемой темы);  выполнение необходимых расчетов и экспериментов;  оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным экспериментам и теоретическим расчетам;  по каждой лабораторной работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.

#### Методические указания по выполнению отчёта к лабораторным работам

Основным требованием по выполнению лабораторных и практических работ является полное исчерпывающее описание всей проделанной работы, позволяющее судить о полученных результатах, степени выполнения и профессиональной подготовки студентов.

Методические указания обеспечивают комплексный подход в учебной работе студентов, единство и преемственность требований к оформлению результатов работы на разных этапах обучения. С единых позиций приведены основные требования по структуре, оформлению и содержанию отчета по лабораторным и практическим работам.

Структура отчёта:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- ход выполнения работы;
- выводы.

Дополнительными элементами:

- приложения;
- библиографический список.

Требования к содержанию отчёта:

##### 1. Титульный лист

В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения.

В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная или практическая работа с указанием курса, по которому она выполнена, и ниже ее название. Название работы приводится без слова тема и в кавычки не заключается.

Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы и группу учащегося, выполнившего работу, а также фамилию, инициалы преподавателя, принявшего работу.

В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова год).

2. Цель работы должна отражать тему работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему цель работы в зависимости от сложности и многозадачности работы составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

3. Краткие теоретические сведения. В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемой в работе темы. Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий, требующихся для дальнейшей обработки полученных результатов. Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

4. Ход выполнения работы. В данном разделе подробно излагается методика выполнения работы, процесс получения данных и способ их обработки. Если используются стандартные пакеты компьютерных программ для обработки экспериментальных результатов, то необходимо обосновать возможность и целесообразность их применения, а также подробности обработки данных с их помощью.

5. Выводы по работе - кратко излагаются результаты работы, полученные в результате выполнения работы, а также краткий анализ полученных результатов.

Отчет по лабораторной работе оформляется на листе формата А4. Допускается оформление отчета по лабораторной работе в электронном виде средствами Microsoft Office. Текст работы должен быть напечатан через полтора интервала шрифтом Times New Roman, кегль – 12. Поля должны оставаться по всем четырем сторонам печатного листа: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10, нижнее – не менее 20 и верхнее – не 15 мм.

Для защиты лабораторной работы студент должен подготовить отчет, провести самостоятельную работу, иметь отметку о проверенном отчете.

Результаты определяются по пятибалльной системе оценок.

### Методические рекомендации по выполнению реферата

Реферат – письменная работа объемом 8–10 страниц. Это краткое и точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы. Тему реферата студент выбирает из предложенных преподавателем или может предложить свой вариант. В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Содержание темы излагается объективно от имени автора. Функции реферата. Информативная, поисковая, справочная, сигнальная, коммуникативная. Степень выполнения этих функций зависит от содержательных и формальных качеств реферата и для каких целей их использует. Требования к языку реферата. Должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой.

Структура реферата:

1. Титульный лист
2. Оглавление (на отдельной странице). Указываются названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.
3. Введение. Аргументируется актуальность исследования, т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками, перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Обязательно формулируются цель и задачи реферата.
4. Основная часть. Подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты. План основной части может быть составлен с использованием различных методов группировки материала. В случае если используется чья-либо неординарная мысль, идея, то обязательно нужно сделать ссылку на того автора, у кого взят данный материал.
5. Заключение. Последняя часть научного текста. В краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования.
6. Приложение. Может включать графики, таблицы, расчеты.
7. Библиография (список литературы). Указывается реально использованная для написания реферата литература. Названия книг располагаются по алфавиту с указанием их выходных данных. Общие требования к построению, содержанию и оформлению».

При проверке реферата оцениваются:

- знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий, идей;
- характеристика реализации цели и задач исследования;
- степень обоснованности аргументов и обобщений;
- качество и ценность полученных результатов;
- использование литературных источников;
- культура письменного изложения материала;
- культура оформления материалов работы.

Правила написания научных текстов (реферат, дипломная работа):

Здесь приводятся рекомендации по консультированию студентов относительно данного вида самостоятельной работы. Во время консультаций руководителю следует предложить к обсуждению следующие вопросы.

- Какова истинная цель Вашего научного текста – это поможет Вам разумно распределить свои силы и время.
- Важно разобраться, кто будет «читателем» Вашей работы.
- Начинать писать серьезную работу следует не раньше, чем возникнет ощущение, что по работе с источниками появились идеи, которыми можно поделиться.
- Должна быть идея, а для этого нужно научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного).
- Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно, а также стремясь структурировать свой текст.
- Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

### Методические рекомендации по выполнению контрольных работ

Контрольная работа выполняется по вариантам. На бланке указывается факультет, курс, группа, ФИО студента. Вопросы строятся на основе тестовых и ситуативных заданий. В тестовых заданиях, выбирается правильный(ые) ответ(ы). При решении ситуативных заданий выбирается правильная последовательность действий в рассматриваемой ситуации. Проверка контрольной работы позволяет выявить и исправить допущенные студентами ошибки, указать, какие вопросы дисциплины ими недостаточно усвоены и требуют доработки. Студент должен внимательно ознакомиться с письменными замечаниями преподавателя и приступить к их исправлению, для чего еще раз повторить соответствующий материал.

### Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму

Коллоквиумом называется собеседование преподавателя и студента по заранее определенным контрольным вопросам. Целью коллоквиума является формирование у студента навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы. На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Упор делается на монографические работы профессора-автора данного спецкурса. От

студента требуется:

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- знание разных точек зрения, высказанных в научной литературе по соответствующей проблеме, умение сопоставлять их между собой;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум – это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника. Однако коллоквиум не консультация и не экзамен. Его задача добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у студента стремление к чтению дополнительной социологической литературы. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму студенту отводится 3-4 недели. Методические указания состоят из рекомендаций по изучению источников и литературы, вопросов для самопроверки и кратких конспектов ответа с перечислением основных фактов и событий, относящихся к пунктам плана каждой темы. Это должно помочь студентам целенаправленно организовать работу по овладению материалом и его запоминанию. При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспекты лекций и практических занятий и отметить в них имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений.

Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом или беседы в небольших группах (2-3 человека). Обычно преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, проверяет конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка по пятибалльной системе.

#### Методические рекомендации по устному опросу/самоподготовке

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости следует рекомендовать еще раз внимательно разобраться в материале. Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала – умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако преподавателю следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

#### Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

Одним из видов внеаудиторной самостоятельной работы является подготовка к семинарским занятиям. Семинар – форма учебно-практических занятий, при которой студенты обсуждают сообщения, доклады и рефераты, выполненные ими по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя. Преподаватель в этом случае является координатором обсуждений темы семинара, подготовка к которому является обязательной. Поэтому тема семинара и основные источники обсуждения предъявляются до обсуждения для детального ознакомления, изучения. Цели обсуждений направлены на формирование навыков профессиональной полемики и закрепление обсуждаемого материала. Семинар – это такая форма организации обучения, при которой на этапе подготовки доминирует самостоятельная работа учащихся с учебной литературой и другими дидактическими средствами над серией вопросов, проблем и задач, а в процессе семинара идут активное обсуждение, дискуссии и выступления учащихся, где они под руководством преподавателя делают обобщающие выводы и заключения. Семинар предназначен для углубленного изучения дисциплины, овладения методологией научного познания, то главная цель семинарских занятий – обеспечить студентам возможность овладеть навыками и умениями использования теоретического знания применительно к особенностям изучаемой отрасли.

#### Методические рекомендации по подготовке к эссе

Одним из видов самостоятельной работы студентов является написание творческой работы по заданной либо согласованной с преподавателем теме. Творческая работа (эссе) представляет собой оригинальное произведение объемом 500-700 слов, посвященное какой-либо значимой классической либо современной проблеме в определенной теоретической и практической области. Творческая работа не является рефератом и не должна носить описательный характер, большое место в ней должно быть уделено аргументированному представлению своей точки зрения студентами, критической оценке рассматриваемого материала и проблематики, что должно способствовать раскрытию творческих и аналитических способностей. Цели написания эссе – научиться логически верно и аргументированно строить устную и письменную речь; работать над углублением и систематизацией своих философских знаний; овладеть способностью использовать основы знаний для формирования мировоззренческой позиции. Приступая к написанию эссе, изложите в одном предложении, что именно вы будете утверждать и доказывать (свой тезис). Эссе должно содержать ссылки на источники. Оригинальность текста должна быть от 80% по программе антиплагиата.

#### Методические рекомендации по подготовке к докладу

Для подготовки доклада необходимо выбрать актуальную тему. Желательно, чтобы тема была интересна докладчику и вызывала желание качественно подготовить материалы. Подготовка доклада предполагает: определение цели доклада; подбор необходимого материала, определяющего содержание доклада; составление плана доклада, распределение собранного материала в необходимой логической последовательности.

Композиция доклада имеет вступление, основную часть и заключение.

Вступление должно содержать: название доклада; сообщение основной идеи; современную оценку предмета изложения; краткое перечисление рассматриваемых вопросов; интересную для слушателей форму изложения. Основная часть, в которой необходимо раскрыть суть темы, обычно строится по принципу отчёта. Задача основной части: представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой.

Заключение – чёткое обобщение и краткие выводы по излагаемой теме.

#### Методические рекомендации по подготовке к собеседованию

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Цель собеседования: проверка усвоения знаний; умений применять знания; сформированности профессионально значимых личностных качеств.

Подготовка к собеседованию предполагает повторение пройденного материала и приобретение навыка свободного владения терминологией и фактическими данными по определенному разделу дисциплины.

#### Методические рекомендации по подготовке к тестированию

Тестирование – это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний обучающихся, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у обучающегося в процессе изучения учебного материала. Однако тестирование не консультация и не экзамен. Его задача добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у обучающегося стремление к чтению дополнительной экономической литературы. Зачет завершает изучение определенного раздела учебного курса и должен показать умение обучающегося использовать полученные знания в ходе подготовки и сдачи тестирования при ответах на экзаменационные вопросы. Тестирование может проводиться в устной или письменной форме. Подготовка к тестированию начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения тестирования. Как правило, на самостоятельную подготовку к тестированию обучающемуся отводится 2-3 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников. Тестирование проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым обучающимся или беседы в небольших группах (3-5 человек). Обычно преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания. Проведение тестирования позволяет обучающемуся приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой при подготовке к промежуточной аттестации.

#### Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине. Экзаменационная сессия – это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 2-4 дня, в течение студент систематизирует уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студенты должны быть ознакомлены с основными требованиями и получить ответы на возникающие в процессе подготовки вопросы. Необходимо ориентировать студентов на систематическую подготовку к занятиям в течение семестра, что позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

#### Методические рекомендации по подготовке к зачету

В ходе подготовки к зачету студент, в первую очередь, должен систематизировать знания, полученные в ходе изучения дисциплины. К зачету необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами лекций, семинарских занятий;
- учебниками, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов к зачету.

После этого у обучающихся должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и лабораторных занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>7.1. Рекомендуемая литература</b>	
<b>7.1.1. Основная литература</b>	
Л.1.1	Зайцев А. В., Пахомов О. В., Борзенко Е. И. Автоматизированное проектирование криогенного генератора холода [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019. - 60 с. – Режим доступа: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566768">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566768</a>
Л.1.2	Савельев И. В. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 224 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=706">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=706</a>
Л.1.3	Миронова Г. А., Брандт Н. Н., Салецкий А. М. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 480 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3718">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3718</a>
Л.1.4	Пиралишвили Ш. А., Шалагина Е. В., Каляева Н. А., Попкова Е. А. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 200 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/91292">https://e.lanbook.com/book/91292</a>
Л.1.5	Савельев И. В. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 212 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/187739">https://e.lanbook.com/book/187739</a>
Л.1.6	Савельев И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 356 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/200498">https://e.lanbook.com/book/200498</a>
<b>7.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение в том числе отечественного производства</b>	
7.2.1	Microsoft Windows 7
7.2.2	Kaspersky Endpoint Security
7.2.3	Microsoft Office 2013 Standard
<b>7.3. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов сети Интернет</b>	
7.3.1	Электронно-библиотечная система "Лань". Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
7.3.2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн". Режим доступа: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
7.3.3	Электронно-библиотечная система "BOOK.ru". Режим доступа: <a href="https://book.ru/">https://book.ru/</a>
7.3.4	ПЛАТФОРМА ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЯ «РАЗУМ». Режим доступа: <a href="https://razoom.mgutm.ru/">https://razoom.mgutm.ru/</a>
7.3.5	Справочно-правовая система "Гарант". Режим доступа: <a href="https://www.garant.ru/">https://www.garant.ru/</a>
7.3.6	Электронные библиотеки, словари, энциклопедии. Режим доступа: <a href="https://gigabaza.ru/">https://gigabaza.ru/</a>
7.3.7	Электронно-библиотечная система "Юрайт". Режим доступа: <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
7.3.8	"Электронная библиотека учебников" . Режим доступа: <a href="http://studentam.net/">http://studentam.net/</a>

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

8.1	Адрес: 453850, Республика Башкортостан, р-н Мелеузовский, г. Мелеуз, ул. Смоленская, д. 34, строение 1: аудитория 16-030 - Лаборатория технологического оборудования : Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Классная доска; Проектор переносной; Ноутбук; Экран; Лабораторное оборудование и лабораторные установки
-----	--

**9. 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.

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

---

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры

**Пищевые технологии и промышленная инженерия**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Кузнецова Е.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

**Машины и аппараты пищевых производств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Соловьева Е.А. \_\_\_\_\_

=====

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

---

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры

**Пищевые технологии и промышленная инженерия**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Кузнецова Е.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

**Машины и аппараты пищевых производств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Соловьева Е.А. \_\_\_\_\_

=====

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

---

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры

**Пищевые технологии и промышленная инженерия**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Кузнецова Е.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

**Машины и аппараты пищевых производств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Соловьева Е.А. \_\_\_\_\_

=====

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

---

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры

**Пищевые технологии и промышленная инженерия**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Кузнецова Е.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

**Машины и аппараты пищевых производств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой Соловьева Е.А. \_\_\_\_\_