

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ К.Г. РАЗУМОВСКОГО
(ПЕРВЫЙ КАЗАЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Башкирский институт технологий и управления

УТВЕРЖДАЮ

Директор БИТУ (филиала)

_____ Е.В. Кузнецова

«28» апреля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.01.09 МОДУЛЬ ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
Газоразделительные системы и установки
предприятий

Кафедра:	Пищевые технологии и промышленная инженерия
Направление подготовки:	16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения
Направленность (профиль):	Проектирование и эксплуатация систем холодоснабжения
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очно-заочная
Год набора:	2026
Общая трудоемкость:	108 часов/3 з.е.

Мелеуз, 2026 г.

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

Рабочая программа дисциплины (модуля)

"Газоразделительные системы и установки предприятий"

разработана на основании учебного плана, утвержденного ученым советом 26 марта 2026 г. протокол № 9 в соответствии с ФГОС ВО Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (приказ Минобрнауки России от 01.06.2020 г. № 698), 40.176. Профессиональный стандарт "СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ", утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 апреля 2021 г. N 269н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 мая 2021 г., регистрационный N 63603)

Руководитель ОПОП
Канд. техн. наук, доцент Сьянов Д.А.



Рабочая программа обсуждена на заседании обеспечивающей кафедры
Пищевые технологии и промышленная инженерия
Протокол от 28 апреля 2026 г. № 8

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ОБЪЕМ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ 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 ЗДОРОВЬЯ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**1.1. Цели:**

1. овладеть навыками термодинамического анализа и расчета рабочих процессов в криогенных системах, а также выбора рациональных методов достижения целей технического задания при создании криогенных установок;
2. освоение принципов рационального построения технологических схем ожижительных и рефрижераторных криогенных установок и современных методов их расчета и проектирования.

1.2. Задачи:

1. применение принципов термодинамики для расчета и анализа криогенных установок;
2. оценка степени термодинамического совершенства (энергетической эффективности) циклов реальных криогенных установок;
3. изучение методов понижения температуры рабочих тел криогенных установок;
4. изучение принципа действия и конструкции установок для ожижения газов и криостатирования;
5. определение путей совершенствования криогенных установок и нахождение возможностей снижения затрат энергии при создании новых типов установок;
6. расчет и оптимизация циклов криогенных систем.

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

Цикл (раздел) ОП: "Газоразделительные системы и установки предприятий"

Связь с последующими дисциплинами (модулями), практиками

№ п/п	Наименование	Семестр	Шифр компетенции
1	Низкотемпературное технологическое оборудование	8	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3
2	Низкотемпературные машины	8	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3
3	Специальные холодильные машины	8	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3
4	Установки криогенной техники	8	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3
5	Экологическая безопасность эксплуатации криогенных систем	8	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3
6	Преддипломная практика	9	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3, ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3

Распределение часов дисциплины

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	17 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
В том числе электрон.	39	39	39	39
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	20	20	20	20
Сам. работа	52	52	52	52
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Вид промежуточной аттестации:

Экзамен 7 семестр

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

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

ПКС-5: Способен выполнять производственные работы по эксплуатации холодильных и криогенных систем, участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных машин и систем различного назначения и их устранении

ПКС-5.1: Знает основные этапы изготовления и сборки низкотемпературных машин, методы испытаний, монтажа и эксплуатации холодильных и криогенных систем

ПКС-5.2: Умеет применять безопасные методы производственных работ по эксплуатации холодильных и криогенных систем

ПКС-5.3: Владеет навыками диагностики неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименования разделов, тем, их краткое содержание и результаты освоения /вид занятия/	Семестр	Часы	Инте ракт.	Прак. подг.	Индикаторы достижения компетенции	Виды контроля
	Раздел 1. Раздел 1. Состав воздуха. Принципы разделения воздуха						
1.1	Тема 1 Состав воздуха и теплофизические свойства его компонентов Содержание. 1. Основные промышленные продукты разделения воздуха: кислород, азот; аргон, неон, криптон, ксенон. 2. Принципы разделения воздуха; 3. Основы конденсационно-испарительного метода; процесс ректификации. Знать: -знать основные принципы построения ВРУ, современные способы и средства получения газообразных и жидких продуктов разделения воздуха /Лек/	7	2	0	0	ПКС-5.1	устный опрос
1.2	Практическая работа №1 "Расчёт процессов кипения, перегонки, конденсации и дефлегмации для бинарных систем" Содержание. 1. Основные промышленные продукты разделения воздуха: кислород, азот; аргон, неон, криптон, ксенон. 2. Принципы разделения воздуха; 3. Основы конденсационно-испарительного метода; процесс ректификации. Уметь: читать диаграммы Т-х, У-х, I-х, ТРх для бинарных систем. Владеть: расчетным анализом характеристик конкретных криогенных установок и систем /Пр/	7	2	0	0	ПКС-5.2, ПКС-5.3	отчет о практической работе
1.3	Тема 1 Состав воздуха и теплофизические свойства его компонентов Содержание. 1. Основные промышленные продукты разделения воздуха: кислород, азот; аргон, неон, криптон, ксенон. 2. Принципы разделения воздуха; 3. Основы конденсационно-испарительного метода; процесс ректификации. Знать: -знать основные принципы построения ВРУ, современные	7	12	0	0	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3	вопросы к самоподготовке

	способы и средства получения газообразных и жидких продуктов разделения воздуха 4 7 конспе Уметь: проводить термодинамический анализ процессов и циклов криогенных систем Владеть: расчетным анализом характеристик конкретных криогенных установок и систем /Ср/						
1.4	Практическая работа №2 "Расчет ректификационной тарелки" Содержание: 1. Минимальное число теоретических тарелок; 2. Колонны однократной ректификации - азотная и кислородная колонны; 3. Колонна двукратной ректификации Уметь: Производить расчёт ректификационных тарелок Владеть: навыками графического метода расчёта числа тарелок, рабочих линий. /Пр/	7	2	0	0	ПКС-5.2, ПКС-5.3	отчет о практической работе
1.5	Тема 2 Адиабатная ректификационная колонна; понятие полюса; Содержание: 1. Минимальное число теоретических тарелок; 2. Колонны однократной ректификации - азотная и кислородная колонны; 3. Колонна двукратной ректификации Знать: 1. Устройство и назначение ректификационной колонны 2. Назначение минимального числа теоретических тарелок; колонны однократной ректификации Уметь: Производить расчёт ректификационных тарелок Владеть: навыками графического метода расчёта числа тарелок, рабочих линий. /Ср/	7	10	0	0	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3	вопросы к самоподготовке
1.6	Практическая работа №3 "Расчет конденсатора - испарителя колонны двукратной ректификации; основного теплообменника ВРУ" Содержание: 1. Азотная колонна однократной ректификации 2. Кислородная колонна однократной ректификации 3. Колонна двукратной ректификации ВРУ с дросселированием разделяемого воздуха и с вводом детандерного потока в колонну низкого давления. Уметь: Производить расчёт конденсатора - испарителя колонны двукратной ректификации Владеть:	7	4	0	0	ПКС-5.2, ПКС-5.3	отчет о практической работе

	навыками комплексной очистки воздуха цеолитами на примере адсорбера ВРУ. /Пр/						
1.7	Тема № 3 Криогенное обеспечение процесса ректификации; типы ректификационных колонн Содержание: 1. Азотная колонна однократной ректификации 2. Кислородная колонна однократной ректификации 3. Колонна двукратной ректификации ВРУ с дросселированием разделяемого воздуха и с вводом детандерного потока в колонну низкого давления. Знать: Типы ректификационных колонн и их устройство Уметь: Производить расчёт конденсатора -испарителя колонны двукратной ректификации Владеть: навыками комплексной очистки воздуха цеолитами на примере адсорбера ВРУ. /Ср/	7	10	0	0	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3	вопросы к самоподготовке
	Раздел 2. Раздел 2. Схемы и оборудование газоразделительных установок						
2.1	Лабораторная работа №1 "Использование жидкого азота в системах охлаждения и замораживания и транспорта пищевых продуктов." Содержание: 1. Компрессоры для ВРУ 2. Вспомогательное оборудование ВРУ 3. Системы очистки воздуха от примесей; регенераторы воздухоразделительных установок. Уметь: Рассчитывать холодопроизводительность, затраты работы, потери, жидкого азота Владеть: Навыками использования в практических целях жидкого азота /Лаб/	7	4	0	0	ПКС-5.2, ПКС-5.3	отчет о лабораторной работе
2.2	Тема 4 Компрессорное оборудование воздухоразделительных установок Содержание: 1. Компрессоры для ВРУ 2. Вспомогательное оборудование ВРУ 3. Системы очистки воздуха от примесей; регенераторы воздухоразделительных установок. Знать: Оборудование для разделения воздуха, системы очистки воздуха от примесей; регенераторы воздухоразделительных установок. Уметь: Рассчитывать холодопроизводительность, затраты работы, потери, жидкого азота Владеть: Навыками использования в практических целях жидкого азота /Ср/	7	10	0	0	ПКС-5.1, ПКС-5.2, ПКС-5.3	вопросы к самоподготовке
2.3	Тема 5 Принципиальные схемы	7	2	0	0	ПКС-5.1	устный опрос

	существующих воздуходелительных установок и анализ их работы. Содержание: 1.Схема Клода и её характеристика 2. Схема Стирлинга. Достоинства и недостатки 3. Сравнительный анализ схем разделения воздуха Знать: Схемы существующих воздуходелительных установок и анализ их работы. /Лек/						
2.4	Лабораторная работа № 2 "Изучение устройства и принципа действия установки для ожижения воздуха ЗИФ-700" Уметь: Производить расчет производительности установки по жидкому кислороду Владеть: навыками эксплуатации и обслуживания установок для разделения воздуха /Лаб/	7	4	0	0	ПКС-5.2,ПКС-5.3	отчет о лабораторной работе
2.5	Тема 5 Принципиальные схемы существующих воздуходелительных установок и анализ их работы. Содержание: 1.Схема Клода и её характеристика 2. Схема Стирлинга. Достоинства и недостатки 3. Сравнительный анализ схем разделения воздуха Знать: Схемы существующих воздуходелительных установок и анализ их работы. Уметь: Классифицировать газоразделительные установки применительно к схемам Владеть: Навыками составления схем газоразделительных установок /Ср/	7	10	0	0	ПКС-5.1,ПКС-5.2,ПКС-5.3	вопросы к самоподготовке
2.6	Знает основные этапы изготовления и сборки низкотемпературных машин, методы испытаний, монтажа и эксплуатации холодильных и криогенных систем Умеет применять безопасные методы производственных работ по эксплуатации холодильных и криогенных систем Владеет навыками диагностики неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранения /Экзамен/	7	36	0	0	ПКС-5.1,ПКС-5.2,ПКС-5.3	вопросы к экзамену, итоговое тестирование

Перечень применяемых активных и интерактивных образовательных технологий:

Изучение инструментальных методов создания современных презентаций

Обучение студентов основам работы в прикладных пакетах Microsoft Power Point и Adobe Illustrator для формирования инструментальных навыков создания современных презентаций. Изучение типовых слайдов, применяемых в современных презентациях, и примеров подобных презентаций для формирования навыка быстрого создания презентаций в соответствующей стилистике

Технологии проведения семинара в форме диалога

В процессе вузовского обучения развитие способностей к рассуждению и размышлению успешно на практических и семинарских занятиях, организованных форме диалога. Диалоговое общение активизирует самостоятельную деятельность субъектов образовательного процесса в процессе усвоения учебного содержания, усиливает эффект совместной работы группы. Обучение в диалоге формирует социально-психологическую готовность к работе в команде, особенно в ситуации поиска эффективных способов решения проблемы, Цель использования различных форм диалогового общения образовательном процессе: 1) для активизации деятельности субъектов образовательного процесса в процессе усвоения учебного содержания; 2) обучения социальным ролям в ходе коллективного принятия решений

Технология организации самостоятельной работы

Организации самостоятельной работы учащихся на более высоком уровне может способствовать применение технологии проектного и проблемного обучения. Методы самостоятельного приобретения знаний основаны на использовании проблемного обучения

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающегося (далее - СРС) – это планируемая учебная, практическая, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время (свободное от аудиторных учебных занятий) по заданию и при методическом руководстве научно-педагогического работника (далее – преподаватель) и (или) лиц, привлекаемых к реализации основных профессиональных образовательных программ на иных условиях, но без их непосредственного участия.

СРС по заданию и при методическом руководстве преподавателя и (или) лиц, привлекаемых к реализации основных профессиональных образовательных программ на иных условиях, реализуется во время групповых консультаций и (или) индивидуальной работы обучающихся с преподавателями Университета и (или) лиц, привлекаемых к реализации образовательных программ на иных условиях (в том числе индивидуальных консультаций), а также во время текущего контроля выполнения заданий, отнесенных к самостоятельной работе обучающихся.

Целью СРС является овладение формированием компетенций через овладение знаниями, умениями и навыками профессиональной деятельности по направлению подготовки (специальности). Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося.

Формы самостоятельной работы обучающихся определяются преподавателями кафедр Университета при разработке рабочих программ дисциплин (модулей), рабочих программ практик, программ государственной итоговой (итоговой) аттестации, методических указаний по выполнению практических, лабораторных работ, написанию курсовых работ/проектов и ВКР в соответствии с их содержанием.

В Университете оборудованы специальные помещения для самостоятельной работы обучающихся. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1. Перечень компетенций с указанием уровней их сформированности

ПКС-5: Способен выполнять производственные работы по эксплуатации холодильных и криогенных систем, участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных машин и систем различного назначения и их устранении

Недостаточный уровень:

Знает основные этапы изготовления низкотемпературных машин

Умеет применять безопасные методы отдельных работ

Владеет навыками диагностики некоторых неисправностей

Пороговый уровень:

Знает основные этапы изготовления и сборки низкотемпературных машин

Умеет применять безопасные методы для всех производственных работ

Владеет навыками диагностики общих неисправностей низкотемпературных систем

Продвинутый уровень:

Знает основные этапы изготовления и сборки низкотемпературных машин, методы испытаний и монтажа

Умеет применять безопасные методы производственных работ по эксплуатации холодильных систем

Владеет навыками диагностики неисправностей низкотемпературных систем различного назначения

Высокий уровень:

Знает основные этапы изготовления и сборки низкотемпературных машин, методы испытаний, монтажа и эксплуатации холодильных и криогенных систем

Умеет применять безопасные методы производственных работ по эксплуатации холодильных и криогенных систем

Владеет навыками диагностики неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранения

6.2. Описание критериев оценивания успеваемости

НЕДОСТАТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины (модуля); - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкая степень контактности.	ПОРОГОВЫЙ УРОВЕНЬ Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины (модуля); - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ 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 (модуля); - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам; - незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов билета, присутствует неуверенность в ответах на дополнительные вопросы.	ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности 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.
Оценка «незачет», «неудовлетворительно»	Оценка «зачтено/удовлетворительно», «удовлетворительно»	Оценка «зачтено/хорошо», «хорошо»	Оценка «зачтено/отлично», «отлично»

6.3. Оценочные средства текущего контроля

Вопросы для устного опроса

Тема 1.

1. Назовите основные тенденции развития ВРУ
2. Принцип классификации и индексация ВРУ.
3. Назовите типы ВРУ с независимыми холодильными циклами. Укажите основную их особенность.
4. Каково содержание по объему основных компонентов атмосферного воздуха?
5. Укажите основные продукты разделения воздуха методом низкотемпературной ректификации на ВРУ.
6. Опишите принцип действия установки разделения воздуха.
7. Укажите основные части воздуходелительной установки.
8. Каково назначение, типы и устройство воздушных фильтров?
9. Как устроен и работает блок комплексной очистки воздуха?
10. Какие адсорбенты используются для осушки и очистки от углеводородов воздуха?

Тема 2

1. В чем сущность метода низкотемпературной ректификации?
2. Что такое равновесный состав жидкости и пара?
3. Какого компонента бинарной смеси азот-кислород больше содержится в парах и какого в жидкости?
4. Можно ли произвести разделение воздуха на кислород и азот, пользуясь только процессом испарения или только процессом конденсации?
5. Как устроены ректификационные тарелки?
6. Как работают аппараты однократной и двукратной ректификации?

7. Как определить расход воздуха необходимый для получения 1 м.куб. кислорода?
8. Как влияет чистота отходящего азота из ВРУ на производительность ректификационной колонны по кислороду?
9. Назначение конденсаторов кислородных аппаратов?
10. Перечислите ступени охлаждения и циклы криогенных установок

Тема 3

1. Каковы назначение и типы теплообменных аппаратов ВРУ?
2. Чем существенно отличаются друг от друга рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты ВРУ?
3. Укажите необходимые и достаточные условия корректности применения величин среднеарифметической, логарифмической и интегральной разности температур при расчете теплообменников ВРУ?
4. Каково назначение и как работают клапаны в регенераторах воздухоразделительных установок?
5. Какие насадки используют в регенераторах ВРУ?
6. Сравните регенератор с теплообменником-рекуператором?
7. Каким образом происходит очистка воздуха от диоксида углерода и влаги в регенераторах и теплообменниках-вымораживателях?
8. Опишите ступени с внешним охлаждением, с расширением потока в детандере, с расширением потока в дроссельном устройстве ожижительных и рефрижераторных циклов.
9. Опишите цикл с простым дросселированием.
10. Дайте определение газовые детандерные циклы с одной и двумя ступенями охлаждения. Определение оптимального перепада давления в детандере.

Тема 4

1. Каково назначение холодильного цикла?
2. Какие процессы понижения температуры используются в ВРУ?
3. В чем сущность холодильного цикла с дросселированием?
4. В чем сущность холодильного цикла с детандером?
5. Укажите основные потери холода в ВРУ?
6. Какие типы детандеров применяются в ВРУ?
7. В чем сущность метода низкотемпературной ректификации?
8. Что такое равновесный состав жидкости и пара?
9. Какого компонента бинарной смеси азот-кислород больше содержится в парах и какого в жидкости?
10. Можно ли произвести разделение воздуха на кислород и азот, пользуясь только процессом испарения или только процессом конденсации?

Тема 5

1. В чем сущность метода низкотемпературной ректификации?
2. Что такое равновесный состав жидкости и пара?
3. Какого компонента бинарной смеси азот-кислород больше содержится в парах и какого в жидкости?
4. Можно ли произвести разделение воздуха на кислород и азот, пользуясь только процессом испарения или только процессом конденсации?
5. Какие инертные газы содержатся в атмосферном воздухе?
6. Укажите основные отрасли промышленности, в которых применяются инертные газы?
7. Каков технологический процесс получения аргона?
8. Укажите стадии получения криптона и ксенона.
9. В каком аппарате ВРУ накапливается магнолиевая смесь?
10. Каким способом получают «сырую» неон-гелиевую смесь?

Вопросы для самоподготовки

Тема 1.

1. Назовите основные тенденции развития ВРУ.
2. Принцип классификации и индексация ВРУ.
3. Назовите типы ВРУ с независимыми холодильными циклами. Укажите основную их особенность.
4. Каково содержание по объему основных компонентов атмосферного воздуха?
5. Укажите основные продукты разделения воздуха методом низкотемпературной ректификации на ВРУ.
6. Опишите принцип действия установки разделения воздуха.
7. Укажите основные части воздухоразделительной установки.
8. Каково назначение, типы и устройство воздушных фильтров?
9. Как устроен и работает блок комплексной очистки воздуха?
10. Какие адсорбенты используются для осушки и очистки от углеводородов воздуха?

Тема 2

1. В чем сущность метода низкотемпературной ректификации?
2. Что такое равновесный состав жидкости и пара?
3. Какого компонента бинарной смеси азот-кислород больше содержится в парах и какого в жидкости?
4. Можно ли произвести разделение воздуха на кислород и азот, пользуясь только процессом испарения или только процессом конденсации?
5. Как устроены ректификационные тарелки?
6. Как работают аппараты однократной и двукратной ректификации?
7. Как определить расход воздуха необходимый для получения 1 м.куб. кислорода?
8. Как влияет чистота отходящего азота из ВРУ на производительность ректификационной колонны по кислороду?

2. Чем существенно отличаются друг от друга рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты ВРУ?
3. Укажите необходимые и достаточные условия корректности применения величин среднеарифметической, логарифмической и интегральной разности температур при расчете теплообменников ВРУ?
4. Каково назначение и как работают клапаны в регенераторах воздухоразделительных установок?
5. Какие насадки используют в регенераторах ВРУ?
6. Сравните регенератор с теплообменником-рекуператором?
7. Каким образом происходит очистка воздуха от диоксида углерода и влаги в регенераторах и теплообменниках-вымораживателях?
8. Опишите ступени с внешним охлаждением, с расширением потока в детандере, с расширением потока в дроссельном устройстве ожижительных и рефрижераторных циклов.
9. Опишите цикл с простым дросселированием.
10. Дайте определение газовые детандерные циклы с одной и двумя ступенями охлаждения. Определение оптимального перепада давления в детандере.

Тема 4

1. Каково назначение холодильного цикла?
2. Какие процессы понижения температуры используются в ВРУ?
3. В чем сущность холодильного цикла с дросселированием?
4. В чем сущность холодильного цикла с детандером?
5. Укажите основные потери холода в ВРУ?
6. Какие типы детандеров применяются в ВРУ?
7. В чем сущность метода низкотемпературной ректификации?
8. Что такое равновесный состав жидкости и пара?
9. Какого компонента бинарной смеси азот-кислород больше содержится в парах и какого в жидкости?
10. Можно ли произвести разделение воздуха на кислород и азот, пользуясь только процессом испарения или только процессом конденсации?

Тема 5

1. В чем сущность метода низкотемпературной ректификации?
2. Что такое равновесный состав жидкости и пара?
3. Какого компонента бинарной смеси азот-кислород больше содержится в парах и какого в жидкости?
4. Можно ли произвести разделение воздуха на кислород и азот, пользуясь только процессом испарения или только процессом конденсации?
5. Какие инертные газы содержатся в атмосферном воздухе?
6. Укажите основные отрасли промышленности, в которых применяются инертные газы?
7. Каков технологический процесс получения аргона?
8. Укажите стадии получения криптона и ксенона.
9. В каком аппарате ВРУ накапливается магнолиевая смесь?
10. Каким способом получают «сырую» неон-гелиевую смесь?

Задания к практическим работам

Практическая работа №1 "Расчёт процессов кипения, перегонки, конденсации и дефлегмации для бинарных систем"

1. При какой концентрации бинарной смеси кислород-азот наблюдается наименьшая температура по отношению к нормальным температурам кипения компонентов
2. Диаграммы $T - x$ для бинарной системы азот - кислород.
3. Диаграммы $Y - x$ для бинарной системы азот - кислород.
4. Диаграммы $T - P - I - x$ для бинарной системы азот -кислород.

Практическая работа №2 "Расчет ректификационной тарелки"

1. КПД ректификационной тарелки; понятие об единицах переноса.
2. Построение графическим методом числа тарелок, рабочих линий.
3. Расчет колонны однократной ректификации.

Практическая работа №3 "Расчет конденсатора -испарителя колонны двукратной ректификации; основного теплообменника ВРУ"

1. Комплексная очистка воздуха цеолитами на примере адсорбера ВРУ
2. Адсорбционная очистка воздуха от влаги и CO_2 ,
3. Адсорбционная очистка воздуха от углеводородов.
4. Условие незабываемости и самоочистки регенераторов ВРУ по влаге и CO_2

Задания к лабораторным работам

Лабораторная работа №1 "Использование жидкого азота в системах охлаждения и замораживания и транспорта пищевых продуктов."

1. Использование жидкого азота в стационарных установках быстрого замораживания пищевых продуктов
2. Использование жидкого азота в транспортных системах при перевозке пищевых продуктов
3. Хранение и транспортировка жидкого азота.
4. Какие газообразные примеси воздуха являются наиболее взрывоопасными в среде кислорода и воздуха?

6.4. Оценочные средства промежуточной аттестации**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ****ПКС-5**

Вопросы для индикатора достижения компетенции "знать":

1. Расположите продукты разделения воздуха в порядке понижения их температуры кипения

- 1 – неон
- 2 – гелий
- 3 – ксенон
- 4 – аргон

2. Расположите продукты разделения воздуха в порядке возрастания их объема промышленного производства

- 1 – кислород технический
- 2 - азот особой чистоты
- 3 - аргон высшего сорта
- 4 - неонгелиевая смесь

3. Расположите в правильной последовательности оборудование схемы узла ректификации

- 1 - ректификационная колонна
- 2 - конденсатор
- 3 - переохладитель флегмы
- 4 - жидкофазный адсорбер
- 5 - насосы

4. Расположите в правильной последовательности этапы включения адсорбера в работу

- 1 - заполнение адсорбера воздухом (П') 20-30 мин;
- 2 - самостоятельная работа в режиме очистки (V) 4 ч;
- 3 - параллельная работа вместе с вновь включенным адсорбером (I) 1 ч 30 мин - 1 ч 45 мин.
- 4 - параллельная работа с ранее работавшим баллоном (I) 2-3 ч;

5. Расположите в правильной последовательности этапы получения криптоно-ксеноновой смеси

- 1 - получение криптоно-ксеноновой смеси (криптона), содержащей не более 94,5 % , не менее 5 % и не более 0,5 % примесей
- 2 - получение непосредственно из блока разделения воздуха первичного продукта - криптонового концентрата, содержащего 0,1-0,2 %
- 3 - разделение смеси на криптон и ксенон
- 4 - очистка криптоно-ксеноновой смеси и получение технического криптона

6. Установите соответствие продуктов разделения воздуха и их температур кипения

- 1- Кислород
- 2- Аргон
- 3- Неон
- 4- Гелий
- А - 77,36
- Б - 90,19
- В - 87,29
- Г - 27,11

7. Установите соответствие узлов воздуходелительной установки и процессов, происходящих в них

- 1 - предварительной подготовки воздуха
- 2 - теплообмена
- 3 - холодопроизводительности
- 4 - ректификации
- 5 - хранения и транспортировки продуктов разделения
- А – получение и рекуперация холода для осуществления процесса разделения воздуха
- Б – предварительное охлаждение воздуха, его очистка от и осушка
- В - очистка воздуха от механических примесей и осушка воздуха
- Г – заполнение емкостей газом и жидкостью, сжатие и передача потребителям продуктов разделения воздуха
- Д – разделение воздуха и его очистка от взрывоопасных примесей

8. Установите соответствие между типами криогенных процессов и давлением сжатия воздуха

- 1. Криогенный процесс с дросселированием
- 2. Криогенный процесс с расширением воздуха в детандере
- 3. Криогенный процесс низкого давления с расширением воздуха в турбодетандере
- 4. Криогенный цикл ожижения газа с однократным дросселированием
- А – до 6 кгс/м
- Б – до 30-50 кгс/см ,

В – до 120-150 кгс/см

Г – до 200 кгс/см

9. Установите соответствие между критериями подобия и их характеристиками:

1. Критерий Нуссельта Nu

2. Критерий Фурье Fo

3. Критерий Прандтля Pr

4. Критерий Грасгофа Gr

А – характеризует поле теплофизических величин потока жидкости

Б – характеризует связь между скоростью изменения температурного поля

В – характеризует подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости

Г – показывает меру отношения сил трения к подъемной силе

10. Установите соответствие между массообменными процессами:

1. Абсорбция

2. Адсорбция

3. Ректификация

4. Экстракция

А – жидкая смесь разделяется на составляющие компоненты

Б – происходит извлечение веществ из растворов или твердых веществ с помощью растворителей

В – происходит избирательное поглощение газов, паров или растворенных в жидкостях веществ твердым поглотителем

Г – происходит селективное поглощение газов или паров жидкими поглотителями

Вопросы для индикатора достижения компетенции "уметь":

1. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Фазовые состояния реальных веществ удобнее всего рассматривать в

1) P-V диаграмме

2) P-T диаграмме

3) i-s диаграмме

4) T-S диаграмме

2. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Линия кипения на P-V диаграмме располагается в области, ограниченной двумя кривыми, которые соответствуют

1) Насыщенной жидкости

2) Сухому насыщенному пару

3) Сухому перегретому пару

4) Ненасыщенному водяному пару

3. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. В критической точке k на P-V и P-T диаграммах значение плотностей жидкости и пара в процессе кипения

1) Возрастает

2) Понижается

3) Становится одинаковым

4. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Переход из области газообразных состояний в область жидкости и обратно происходит непрерывно без признаков фазового перехода при давлениях

1) $p > p_{кр}$

2) $p < p_{кр}$

3) $p = p_{кр}$

5. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Необходимым условием ожижения газа и получения его в равновесии с паром является

1) Понижение его температуры ниже критической

2) Повышение его температуры выше критической

3) Понижение его давления ниже критического

4) Повышение его давления выше критического

6. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Фазовый переход вещества из одной фазы в другую при изменении внешних условий происходит таким образом, что значение параметров функций состояния термодинамической системы меняется

1) Скачкообразно

2) Плавно

3) По экспоненциальной зависимости

4) По логарифмической зависимости

7. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Верно ли утверждение, что аллотропические разновидности известны не для всех веществ

1) Верно

2) Не верно

3) Частично верно

4) Не зависит от состояния

9. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. Сколько аллотропических (кристаллических) модификаций имеет вода

- 1) 0
- 2) 2
- 3) 5
- 4) 7

10. Выберите правильный ответ и обоснуйте его. На термодинамической поверхности в области параметров твердого состояния всем аллотропическим разновидностям соответствуют определенные участки, между которыми образуются

- 1) Гомогенные области
- 2) Гетерогенные области
- 3) Гомогенные и гетерогенные области

Вопросы для индикатора достижения компетенции "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 выделится в виде конденсата при сжатии 1 м³ влажного воздуха при 30°C от атмосферного давления до 20 МПа. Начальное влагосодержание 30,21 г/м³ .
4. Укажите требования к подготовленному для использования в ВРУ воздуху по содержанию пыли, диоксида углерода, ацетилена.
5. Какое количество газа при 0°C и давлении 0,1 МПа получитсся при испарении 1 литра и 1 кг кислорода?
6. Определить количество влаги, которое должно быть удалено из воздуха осушкой после сжатия в компрессоре при давлении 5,5 МПа и температуре воздуха после конечного холодильника компрессора 35°C. Производительность компрессора 1000 нм³/ч; относительная влажность воздуха на всасывании компрессора 60 %; начальная температура воздуха 30°C.
7. Определить количество вымороженной влаги из сжатого воздуха по условиям задачи 2.1. при охлаждении сжатого воздуха в теплообменнике-вымораживателе до температуры минус 45°C
8. Определить количество поглощенной влаги за рабочий период из потока газообразного кислорода под давлением 15,5 МПа адсорбером с активной окисью алюминия объемом 62 л. Насыпная плотность адсорбента 800 кг/м³ . Емкость адсорбента по парам воды 3 % масс.
9. Определить количество отложений диоксида углерода в кислородном регенераторе. Расход по воздуху через регенератор 4220 нм³/ч; давление воздуха прямого потока 0,282 МПа, температура входа прямого потока 298 К, температура выхода 95 К; давление кислорода обратного потока 0,102 МПа, температура входа кислорода обратного потока 88,5 К, температура выхода кислорода обратного потока 296 К. Наибольшее количество отложений диоксида углерода приходится в интервале температур 110-115 К.
10. Через кислородную установку высокого давления проходит в сутки 16000 м³ воздуха. Определить количество пыли, задерживаемое воздушным фильтром за 10 суток работы установки; количество влаги и диоксида углерода, которое могло бы быть занесено в установку, если воздух не подвергать очистке?

Итоговое тестирование

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 °C равной

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

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) $\square(G_{if}) = \square m$
- 2) $\square L + \square Q = \square \Theta$
- 3) $\square L + \square(G_{if} \text{ в } \square) + \square Q = \square \Theta$
- 4) $\partial Q = \partial U + p \partial V$

- 2) p_v – 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) $i = i + p_v$ – 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) p_v – 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) $i = i + p_v$ – энтальпия или удельная энергия потока (при малых скоростях) на входе или выходе из системы

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

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

10. Уравнение энергетического баланса $\Delta L + \Delta(G_{\text{гид}}) + \Delta Q = \Delta \mathcal{E}$ 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 $\Delta \mathcal{E}$ равно

- 1) $\Delta \mathcal{E} = 0$
 2) $\Delta \mathcal{E} > 0$
 3) $\Delta \mathcal{E} < 0$
 4) $\Delta \mathcal{E} = \infty$

12. Принцип возрастания энтропии является обобщающим результатом

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

13. Уравнение $\Delta s_i + \Delta s_0 = 0$ 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 $\Delta s_i + \Delta s_0 > 0$ 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 $\Delta s_i + \Delta s_0 = 0$ 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 подготовке к лекционным занятиям

Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте 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 (модуле). 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 к структуре, оформлению и содержанию отчета по лабораторным и практическим работам.

Структура отчёта:

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

Дополнительные элементы:

- 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):

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 (модуля) 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).

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 (модуля).

Методические рекомендации по подготовке к тестированию/ итоговому тестированию

Тестирование/итоговое тестирование – это система стандартизированных заданий, определенного содержания и упорядоченных в рамках определенной стратегии предъявления, позволяющая качественно оценить структуру и эффективно измерить уровень знаний, умений и навыков по дисциплине (модулю). Тестирование позволяет оценить у студентов уровень знаний фактического материала, умения логически мыслить, способности к рефлексии и творческому подходу к решению поставленной задачи на каждом этапе их обучения.

При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- четко выяснить все условия тестирования заранее (сколько тестов будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов);

- проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

- проработать информационный материал по разделу дисциплины;

- конспективно выписать из соответствующих разделов учебной дисциплины основные понятия, ключевые идеи, теоретические концепции и подходы;

- повторить теоретический материал лекций, самостоятельно изученной учебной и научной литературы, семинарских занятий.

При выполнении тестовых заданий рекомендуется:

- внимательно полностью прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные из них (их может быть несколько);

- при затруднении при ответе на сложный для студента вопрос целесообразно переходить к другим вопросам теста. По завершению ответов на все последующие вопросы теста необходимо вернуться к трудному вопросу и дать на него продуманный ответ;

- по окончании тестирования следует проверить правильность данных ответов на вопросы теста, чтобы избежать механических ошибок.

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 дисциплине (модулю). 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/зачету с оценкой

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

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

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

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

7.1. Рекомендуемая литература	
7.1.1. Основная литература	
Л.1.1	Татаров Г. Л., Прошкин В. Е., Сутягин С. А., Курдюмов В. И. Теплотехника: применение теплоты в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Ульяновск: УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2021. - 164 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/207233
Л.1.2	Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С., Андреева М. В. Теплотехника. Практический курс [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 192 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167462
7.1.2. Дополнительная литература	
Л.2.1	Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие для во. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 208 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/143117
Л.2.2	Комарова Н. А. Холодильные установки. Основы проектирования [Электронный ресурс]:. - Кемерово: КемГУ, 2012. - 368 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4606
7.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение в том числе отечественного производства	
7.2.1	Microsoft Windows 10
7.2.2	Kaspersky Endpoint Security
7.2.3	Microsoft Office 2013 Standard
7.3. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов сети Интернет	
7.3.1	Электронно-библиотечная система "Лань". Режим доступа: https://e.lanbook.com/
7.3.2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн". Режим доступа: https://biblioclub.ru/
7.3.3	Электронно-библиотечная система "BOOK.ru". Режим доступа: https://book.ru/
7.3.4	ПЛАТФОРМА ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЯ «РАЗУМ». Режим доступа: https://razoom.mgutm.ru/
7.3.5	Электронные библиотеки, словари, энциклопедии. Режим доступа: https://gigabaza.ru/
7.3.6	"Электронная библиотека учебников". Режим доступа: http://studentam.net/

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 и холодильных систем» Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типа; для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); для проведения групповых и индивидуальных консультаций; для текущего контроля и промежуточной аттестации : Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Классная доска; Проектор переносной; Ноутбук; Экран; Лабораторное оборудование и лабораторные установки: автоклав; водонагреватель; дозатор сыпучих компонентов; привод универсальный; котел варочный; машина взбивальная; мясорубка; пекарная печь; пластинчатый транспортер; роликовый транспортер; расстойный шкаф; сокоохладитель; тестомесильная машина; товарные шкальные весы; цепной транспортер, фризёр, автомат фасовочно-упаковочный ФП. Макеты: картофелеочистительная машина, тестомесильная машина с Z – образными лопастями, шнековый дозатор, стол разделочный, мойка односекционная, плита электрическая. Лабораторные установки: «Шкаф холодильный торговый ШХ-1,12», «Тренажёрно – диагностический комплекс «Холодильник для пищевых продуктов», «Фреоновая холодильная установка с полугерметичным компрессором», компрессор винтовой, компрессор поршневой, фризёр для изготовления мороженого, сокоохладитель, охладитель молока V=250 л, кондиционер БК-1500, сплит – система «Daewoo», абсорбционный холодильник, устройство для демонстрации термоэлектрического эффекта(эффект Пельтье),демонстрационные герметичные холодильные компрессоры и детали шатунно-поршневой группы.
-----	--

9. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья 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.

