

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бредихин, С.А. / Алексей

Должность: Зав. кафедрой технологического института

Дата подписания: 31.03.2022

Уникальный идентификатор документа:

b3a3b22e47b6c702f47b0fccd0b0d02f47083d



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Технологический институт

Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора технологического института
С.А. Бредихин
« 31 » 08 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.12 Тепло- и хладотехника

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Направленность: Технология мясных, молочных и рыбных продуктов


Курс 2

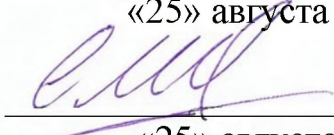
Семестр 3,4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

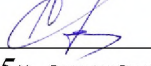
Москва, 2022

Разработчик Мартеха А.Н., к.т.н., доцент 
«25» августа 2022 г.


Рецензент Масловский С.А., к.с.-х.н., доцент 
«25» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта (специалист по технологии продуктов питания животного происхождения) по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения и учебного плана

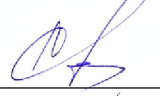
Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств
протокол № 1 от «25» августа 2022 г.

Зав. кафедрой Бредихин С.А., д.т.н., профессор 
«25» августа 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
Технологического института Дунченко Н.И., д.т.н., профессор 

Протокол №1 «25» августа 2022 г

Заведующий выпускающей кафедрой
Бредихин С.А., д.т.н., профессор 
(подпись)
«25» августа 2022 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ 
(подпись)

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	5
ПО СЕМЕСТРАМ.....	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3. ЛЕКЦИИ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	14
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	18
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	20
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	20
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.О.12 «Тепло- и хладотехника»
для подготовки бакалавров по направлению
19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленности Технология мясных, молочных и рыбных продуктов

Цель освоения дисциплины: рабочая программа дисциплины «Тепло- и хладотехника» содержит необходимый материал, руководствуясь которым преподаватель обеспечит качественное усвоение студентами необходимого объема знаний, умений и навыков в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты для реализации тепловых и холодильных процессов в технологическом оборудовании пищеперерабатывающих производств.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5.

Краткое содержание дисциплины: Предмет технической термодинамики. Свойства и функции термодинамической системы. Механические и тепловые взаимодействия. Обратимые и необратимые процессы и циклы. Общие вопросы исследования процессов. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы. Компрессоры. Рабочие циклы тепловых двигателей. Реальные газы. Тепловые диаграммы состояния. Типы холодильных машин. Глубокое охлаждение. Способы передачи теплоты. Теплопроводность при стационарном режиме. Температурное поле. Градиент температуры. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Основы теории подобия. Физические условия при теплообмене конвекцией. Коэффициент теплоотдачи. Подобие физических явлений. Теоремы подобия. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен излучением. Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов. Теплопроводность при нестационарном режиме. Регулярный режим. Холодильно-технологические системы.

Общая трудоемкость дисциплины: трудоёмкость дисциплины составляет 252 часа, 7 зачетных единицы. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе практических занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов.

Промежуточный контроль: экзамен/зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Тепло- и хладотехника» заключается в приобретении и усвоении студентами знаний технологических процессов переработки продукции растениеводства и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также в практической подготовке их к решению, как конкретных производственных задач, так и перспективных во-

просов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов переработки продукции животноводства.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Тепло- и хладотехника» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части.

Дисциплина «Тепло- и хладотехника» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения. Предшествующими курсами, на которых непосредственно должна базироваться дисциплина «Тепло- и хладотехника», являются математика, физика, химия, прикладная механика.

Дисциплина «Тепло- и хладотехника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: процессы и аппараты пищевых производств, технологическое оборудование в молочной и мясной отрасли, биотехнология переработки сельскохозяйственной продукции, автоматизированные системы управления.

Особенностью дисциплины является подготовка бакалавров к решению таких профессиональных задач как знание основных технологических процессов, протекающих при переработке сельскохозяйственного сырья в современных аппаратах, методов их расчета, путей рационализации процессов, а также навыки использования результатов научных достижений и современных тенденций развития и использования новых физических методов обработки продукции растениеводства во взаимосвязи с вопросами технологии.

Рабочая программа дисциплины «Тепло- и хладотехника» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часов) их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1 - Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК-3.1 Способен осуществлять расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для производства продуктов питания животного происхождения с использованием цифровых средств и технологий	специфику того как осуществлять расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для производства продуктов питания животного происхождения	применять современные технологии для того чтобы осуществлять расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для производства продуктов питания животного происхождения	приемами, методами того как осуществлять расчет, подбор, технологические компоновки и размещение технологического оборудования для производства продуктов питания животного происхождения
			ОПК-3.2 Способен вести и оптимизировать основные технологические процессы, определять эффективность производства продуктов питания животного происхождения, в том числе на основе применения современных цифровых средств и технологий	специфику того как вести и оптимизировать основные технологические процессы, определять эффективность производства продуктов питания животного происхождения	применять современные технологии для того чтобы вести и оптимизировать основные технологические процессы, определять эффективность производства продуктов питания животного происхождения	приемами, методами того как вести и оптимизировать основные технологические процессы, определять эффективность производства продуктов питания животного происхождения
			ОПК-3.3 Способен осуществлять контроль технологических параметров производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований	специфику того как осуществлять контроль технологических параметров производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований	применять современные технологии для того чтобы осуществлять контроль технологических параметров производства и эксплуатации оборудования на	приемами, методами того как осуществлять контроль технологических параметров производства и эксплуатации оборудования на основе знаний требований к каче-

			бований к качеству выполнения технологических операций, современных цифровых средств и технологий	к качеству выполнения технологических операций	основе знаний требований к качеству выполнения технологических операций	ству выполнения технологических операций
2.	ОПК-4	Способен осуществлять технологические процессы производства продуктов животного происхождения	ОПК-4.1 Использует теоретические знания и практические навыки в технологии продуктов питания животного происхождения	специфику того как использовать теоретические знания и практические навыки в технологии продуктов питания животного происхождения	применять современные технологии для того чтобы использовать теоретические знания и практические навыки в технологии продуктов питания животного происхождения	приемами, методами того как использовать теоретические знания и практические навыки в технологии продуктов питания животного происхождения
3.	ОПК-5	Способен организовывать и контролировать производство продукции из сырья животного происхождения	ОПК-5.2 Владеет методами первичной обработки и переработки молока, мяса и рыбы	специфику того как владеть методами первичной обработки и переработки молока, мяса и рыбы	применять современные технологии для того чтобы владеть методами первичной обработки и переработки молока, мяса и рыбы	приемами, методами того как владеть методами первичной обработки и переработки молока, мяса и рыбы

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам	
		№ 3	№ 4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	180	72
1. Контактная работа:	152,65	120,4	32,25
Аудиторная работа	152,65	120,4	32,25
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	66	50	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	84	68	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,4	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	74,75	35	39,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)</i>	74,75	35	39,75
<i>подготовка к экзамену</i>	24,6	24,6	-
Вид промежуточного контроля:	экзамен/ зачет		

* в том числе практическая подготовка

4.2. Содержание дисциплины

Тематический план учебной дисциплины на 3,4 семестр

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика.	105	36	48	-	21
Раздел 2. Основы получения холода. Построение циклов холодильных машин.	48	14	20	-	14
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	-	-	2	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	0,4	-
<i>подготовка к экзамену</i>	24,6	-	-	24,6	-
Всего за 3 семестр	180	50	68	27	35
Раздел 3. Теплопередача.	71,75	16	16	-	39,75
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	-	-	0,25	-
Всего за 4 семестр	72	16	16	0,25	39,75
Итого по дисциплине	252	66	84	27,5	74,75

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика.

Тема 1. Предмет технической термодинамики. Термодинамическая система. Параметры состояния. Свойства и функции термодинамической системы.

Тема 2. Механические и тепловые взаимодействия. Основные положения первого и второго законов термодинамики. Термодинамическое учение о равновесии. Обратимые и необратимые процессы и циклы. Цикл Карно.

Тема 3. Общие вопросы исследования процессов. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы. Основные свойства газовых смесей.

Тема 4. Компрессоры. Наивыгоднейший процесс сжатия газа в компрессоре.

Тема 5. Рабочие циклы тепловых двигателей.

Тема 6. Реальные газы. Тепловые диаграммы состояния. Циклы паросиловых установок.

Тема 7. Основные понятия о работе холодильных установок. Типы холодильных машин.

Тема 8. Циклы паровой компрессорной холодильной машины для выработки умеренного и низкотемпературного охлаждения.

Тема 9. Глубокое охлаждение. Тепловой насос.

Раздел 2. Основы получения холода. Построение циклов холодильных машин.

Тема 1. Физические принципы искусственного охлаждения.

Тема 2. Принципиальные схемы и циклы холодильных машин

Тема 3. Компрессоры холодильных машин

Тема 4. Конденсаторы холодильных машин

Тема 5. Испарители холодильных машин

Раздел 3. Теплопередача.

Тема 1. Способы передачи теплоты. Теплопроводность при стационарном режиме. Температурное поле. Градиент температуры. Основной закон теплопроводности. Стационарная теплопроводность плоской однослойной стенки. Теплопроводность плоской многослойной стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки.

Тема 2. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Основы теории подобия. Физические условия при теплообмене конвекцией. Коэффициент теплоотдачи. Подobie физических явлений. Теоремы подобия.

Тема 3. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Режимы течения жидкости. Характерный размер. Определяющая температура. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.

Тема 4. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении жидкости. Теплообмен при конденсации пара. Влияние различных факторов на теплообмен при конденсации пара.

Тема 5. Теплообмен излучением. Общие сведения о тепловом излучении. Законы лучистого теплообмена. Экраны.

Тема 6 Теплопередача. Теплопередача через плоскую стенку.

Теплопередача через цилиндрическую стенку.

Тема 7 Основы расчета теплообменных аппаратов. Классификация теплообменных аппаратов. Конструктивный и проверочный расчет теплообменников.

Оценка экономичности теплообменного аппарата.

Тема 8 Теплопроводность при нестационарном режиме. Основные положения.

Регулярный режим.

Тема 9 Холодильно-технологические системы. Строение, функционирование и развитие холодильно-технологических систем.

4.3. Лекции/ практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика.		ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5		84
	Тема 1. Предмет технической термодинамики. Свойства и функции термодинамической системы.	Лекция № 1. Предмет технической термодинамики. Термодинамическая система.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Параметры состояния. Свойства и функции термодинамической системы.		Устный опрос	4
	Тема 2. Механические и тепловые взаимодействия. 1-й и 2-ой законы термодинамики.	Лекция № 2. Механические и тепловые взаимодействия.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Основные положения первого и второго законов термодинамики. Термодинамическое учение о равновесии.		Устный опрос	4
		Практическое занятие №2. Обратимые и необратимые процессы и циклы. Цикл Карно.			4
	Тема 3. Термодинамические процессы идеальных газов. Основные свойства газовых смесей.	Лекция № 3. Общие вопросы исследования процессов.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс.		Устный опрос	4
		Практическое занятие №2. Политропные процессы. Ос-			4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		новные свойства газовых смесей.			
	Тема 4. Компрессоры. Наивыгоднейший процесс сжатия газа в компрессоре.	Лекция № 4. Компрессоры.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Процессы при сжатии газа.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Наивыгоднейший процесс сжатия газа в компрессоре.			2
	Тема 5. Рабочие циклы тепловых двигателей.	Лекция № 5. Классификация тепловых двигателей.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Принцип работы тепловых двигателей.		Устный опрос	4
		Практическое занятие №2. Рабочие циклы тепловых двигателей.			2
	Тема 6. Реальные газы. Тепловые диаграммы состояния. Циклы паросиловых установок.	Лекция № 6. Реальные газы.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Тепловые диаграммы состояния.		Устный опрос	4
		Практическое занятие №2. Циклы паросиловых установок.			2
	Тема 7. Основные понятия о работе холодильных установок. Типы холодильных машин.	Лекция № 7. Физические процессы получения холода.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Типы холодильных машин.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Основные понятия о работе холодильных установок.			2
	Тема 8. Циклы паровой компрессорной холодильной машины для выработки умеренного и низкотемпературного охлаждения.	Лекция № 8. Рабочие циклы холодильных машин.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Принцип работы паровой компрессорной холодильной машины.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Циклы паровой компрессорной холодильной машины для выработки умеренного и низкотемпературного охлаждения.			2
	Тема 9. Глубокое охлаждение. Тепловой насос.	Лекция № 9. Глубокое охлаждение.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Глубокое охлаждение.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	Устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Тепловые насосы.			2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
2	Раздел 2. Основы получения холода. Построение циклов холодильных машин.		ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5		34
	Тема 1. Физические принципы искусственного охлаждения.	Лекция №1. Охлаждение в результате фазовых превращений тел. Рабочие вещества холодильных машин.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Изучение устройства льдогенератора в среде <i>Macromedia Flash</i> .		Устный опрос	4
	Тема 2. Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	Лекция №2. Принципиальная схема и циклы одноступенчатой и двухступенчатой аммиачной холодильной машины.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	4
		Практическое занятие №1. Построение цикла одноступенчатой холодильной машины в среде <i>Kompas 3D</i>		Устный опрос	6
		Практическое занятие №2. Построение цикла двухступенчатой холодильной машины в среде <i>Kompas 3D</i>		Устный опрос	8
	Тема 3. Компрессоры холодильных машин	Лекция №3. Классификация компрессоров. Действительный процесс в компрессоре.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	2
		Практическое занятие №1. Построение цикла работы поршневого компрессора в среде <i>Kompas 3D</i>		Устный опрос	8
	Тема 4. Конденсаторы холодильных машин	Лекция №4. Классификация конденсаторов. Конструкция и принцип действия.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	2
	Тема 5. Испарители холодильных машин	Лекция №5. Классификация испарителей. Конструкция и принцип действия.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	экзамен	2
3	Раздел 3. Теплопередача.		ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5		32
	Тема 1. Способы передачи теплоты. Теплопроводность при стационарном режиме.	Лекция № 1. Способы передачи теплоты. Теплопроводность при стационарном режиме. Температурное поле. Градиент температуры. Основной закон теплопроводности. Стационарная теплопроводность плоской однослойной стенки. Теплопроводность плоской многослойной стенки.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Основы теории подобия.	Лекция № 2. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Основы теории подобия	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Физические условия при теплообмене конвекцией. Коэффициент теплоотдачи. Подobie физических явлений. Теоремы подобия.		Устный опрос	2
	Тема 3. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.	Лекция № 3. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Режимы течения жидкости.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Характерный размер. Определяющая температура. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.		Устный опрос	2
	Тема 4. Теплообмен при изменении агрегатного состояния.	Лекция № 4. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении жидкости. Теплообмен при конденсации пара.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Влияние различных факторов на теплообмен при конденсации пара.		Устный опрос	2
	Тема 5. Теплообмен излучением.	Лекция № 5. Теплообмен излучением. Общие сведения о тепловом излучении.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Законы лучистого теплообмена. Экраны.		Устный опрос	2
	Тема 6 Теплопередача.	Лекция № 6. Теплопередача. Теплопередача через плоскую стенку.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Теплопередача через цилиндрическую стенку.		Устный опрос	2
	Тема 7 Основы расчета теплообменных аппаратов.	Лекция № 7. Основы расчета теплообменных аппаратов. Классификация теплообменных аппаратов.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Конструктивный и проверочный расчет теплообменников. Оценка экономичности теплообменного аппарата		Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 8 Теплопроводность при нестационарном режиме.	Лекция № 8. Теплопроводность при нестационарном режиме. Основные положения.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	зачет	2
		Практическое занятие №1. Регулярный режим.		Устный опрос	2
	Тема 9 Холодильно-технологические системы.	Практическое занятие №1. Холодильно-технологические системы. Строение, функционирование и развитие холодильно-технологических систем.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	Устный опрос	2

4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Теоретические основы теплотехники.		Техническая термодинамика.
1.	Тема 1. Предмет технической термодинамики. Свойства и функции термодинамической системы.	Термодинамическая система. Виды рабочего тела и его термические свойства. Уравнение состояния рабочего тела (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 2. Механические и тепловые взаимодействия. 1-й и 2-ой законы термодинамики.	1-й и 2-ой законы термодинамики. Механические и тепловые взаимодействия. Внутренняя энергия, теплота и работа (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 3. Термодинамические процессы идеальных газов. Основные свойства газовых смесей.	Политропные процессы. Связь между параметрами, изображение процессов в диаграммах p-v, T-S (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 4. Компрессоры. Наивыгоднейший процесс сжатия газа в компрессоре.	Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие газа в компрессоре (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 5. Рабочие циклы тепловых двигателей.	Рабочие циклы тепловых двигателей. Цикл Карно и его свойства (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 6. Реальные газы. Тепловые диаграммы состояния. Циклы паросиловых установок.	Реальные газы. Диаграммы состояния. Влажный воздух (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 7. Основные понятия о работе холодильных установок. Типы холодильных машин.	Способы получения искусственного холода. Виды холодильных машин; устройство и принцип работы (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 8. Циклы паровой компрессорной холодильной машины для выработки умеренного и низкотемпературного охлаждения.	Циклы холодильных машин. Расчет и подбор холодильного оборудования (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 9. Глубокое охлаждение. Тепловой насос.	Принципы получения глубокого холода. Тепловые насосы (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
Раздел 2. Основы получения холода. Построение циклов холодильных машин.		
2	Тема 1. Физические принципы искусственного охлаждения.	Охлаждение в результате фазовых превращений тел. Охлаждение путем расширения

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		сжатых газов. Охлаждение путем дросселирования газа (жидкости) (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 2. Принципиальные схемы и циклы холодильных машин	Диаграмма <i>lgp-I</i> для аммиака, Диаграмма <i>lgp-I</i> для фреона R12. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой аммиачной холодильной машины. Принципиальная схема и цикл двухступенчатой фреоновой холодильной машины (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 3. Компрессоры холодильных машин	Поршневые компрессоры. Действительный процесс в компрессоре. Потери от внутреннего теплообмена пара со стенками цилиндра. Маркировка компрессоров (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 4. Конденсаторы холодильных машин	Конденсаторы с водяным охлаждением. Конденсаторы с воздушным охлаждением (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 5. Испарители холодильных машин	Кожухотрубные испарители. Панельные испарители. Пленочные испарители. Пластинчатые испарители (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
Раздел 3. Теплопередача.		
3.	Тема 1. Способы передачи теплоты. Теплопроводность при стационарном режиме.	Механизмы переноса теплоты. Теплопроводность через многослойную плоскую и цилиндрическую стенку (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 2. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Основы теории подобия.	Конвективный теплообмен. Теория подобия. Физический смысл критериев подобия (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 3. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.	Метод расчета коэффициента теплоотдачи по уравнению подобия (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 4. Теплообмен при изменении агрегатного состояния.	Теплоотдача при изменении агрегатного состояния (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 5. Теплообмен излучением.	Принципиальные схемы холодильно-технологических систем предприятий АПК (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 6 Теплопередача.	Законы лучистого теплообмена. Совместная теплоотдача (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 7 Основы расчета теплообменных аппаратов.	Анализ термических сопротивлений при теплопередаче. Конструктивный и поверочный расчет теплообменного аппарата (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 8 Теплопроводность при нестационарном режиме.	Теплопроводность при нестационарном режиме (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).
	Тема 9 Холодильно- технологические системы.	Тепло-массообменные процессы и холодильно-технологические системы (ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5).

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Л	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика	Л	Интерактивная лекция и презентация
2	Основы получения холода. Построение циклов холодильных машин	Л	Интерактивная лекция и презентация
3	Теплопередача	Л	Интерактивная лекция и презентация
4	Изучение устройства льдогенератора	ПЗ	Компьютерная симуляция
5	Построение цикла работы поршневого компрессора	ПЗ	Компьютерная симуляция
6	Построение цикла двухступенчатой холодильной машины	ПЗ	Компьютерная симуляция
7.	Особенности проектного и поверочно-го расчета теплообменных аппаратов. Выбор способа тепловой или холодильной обработки пищевых продуктов в теплообменном оборудовании для сохранения качества продукта.	ПЗ	Метод проектов. <i>Case-study</i> (ситуационный анализ).

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

1. Типы холодильных машин.
2. Термодинамические параметры состояния рабочего тела.
3. Хладагенты, хладоносители и их свойства.
4. Уравнение состояния идеального газа. Воздух как хладагент.
5. Устройство и действительные циклы воздушной холодильной машины.
6. Схемы холодильных машин различных типов: назначение отдельных элементов.
7. Цикл воздушной холодильной машины.
8. Назначение и принцип действия тепловых насосов.
9. Термодинамическая система. Виды рабочего тела и его термические свойства.
10. 1-й и 2-ой законы термодинамики. 11. Внутренняя энергия, теплота и работа.
12. Политропные процессы. Связь между параметрами, изображение процессов в диаграммах $p-v$, $T-S$;

13. Рабочие циклы тепловых двигателей. Цикл Карно и его свойства.
14. Реальные газы. Диаграммы состояния. Влажный воздух.
15. Принципы получения глубокого холода. Тепловые насосы.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Термодинамические параметры состояния рабочего тела.
2. Политропные процессы. Диаграммы состояния T-S, p-v.
3. Уравнение состояния реального газа.
4. Цикл одноступенчатой паровой машины.
5. Индикаторная диаграмма и ее применение для определения мощности машины и расхода пара.
6. Действительные циклы паросиловой установки.
7. Процесс парообразования и типы котлов с естественной циркуляцией.
8. Раскройте понятие «Рабочее тело». Что такое, для чего служит и какими свойствами обладает рабочее тело.
9. Конструктивный и поверочный расчет теплообменного аппарата.
10. Коэффициент теплопередачи и его свойства.
11. Способы передачи энергии: теплота и работа. Почему их не считают параметром состояния? Как изображается теплота и работа в диаграммах состояния p-v, T-S.
12. Анализ схем подачи теплоносителей в теплообменных аппаратах. 13. Расчет теплоты и работы в политропных процессах.
14. Средний логарифмический температурный напор.
15. Метод расчета коэффициента теплоотдачи по уравнению подобия. Физический смысл критериев подобия.
16. Второй закон термодинамики.
17. Теория подобия. Теоремы подобия.
18. Теплоотдача при свободной конвекции.
19. Изобарный процесс: связь между параметрами, изображение в диаграммах p-v, T-S; расчет теплоты, работы и внутренней энергии.
20. Теплопроводность через однослойную плоскую стенку
21. Изотермический процесс: связь между параметрами, изображение в диаграммах p-v, T-S; расчет теплоты, работы и внутренней энергии.
22. Коэффициент теплопроводности и порядок его величин для твердых, жидких и газообразных тел.
23. Термическое сопротивление теплопроводности.
24. Теплопередача через плоскую стенку: анализ термических сопротивлений.
25. Законы лучистого теплообмена.
26. Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
27. Раскройте понятие «Рабочее тело». Что такое, для чего служит и какими свойствами обладает рабочее тело.
28. Конструктивный и поверочный расчет теплообменного аппарата.
29. Коэффициент теплопередачи и его свойства.
30. Анализ схем подачи теплоносителей в теплообменных аппаратах.
31. Расчет теплоты и работы в политропных процессах.
32. Средний логарифмический температурный напор.

33. Первый закон термодинамики.
34. Метод расчета коэффициента теплоотдачи по уравнению подобия.
35. Второй закон термодинамики.
36. Теория подобия. Теоремы подобия.
37. Энтропия как параметр состояния. Диаграмма T-S.
38. Теплоотдача при свободной конвекции.
39. Изохорный процесс: связь между параметрами, изображение в диаграммах p-v, T-S; расчет теплоты, работы и внутренней энергии.
40. Первая теорема подобия. Физический смысл критериев гидродинамического и теплового подобия.
41. Изобарный процесс: связь между параметрами, изображение в диаграммах p-v, T-S; расчет теплоты, работы и внутренней энергии.
42. Теплопроводность через однослойную плоскую стенку.
43. Изотермический процесс: связь между параметрами, изображение в диаграммах p-v, T-S; расчет теплоты, работы и внутренней энергии.
44. Коэффициент теплопроводности и порядок его величин для твердых, жидких и газообразных тел.
45. Адиабатный процесс: связь между параметрами, изображение в диаграммах p-v, T-S; расчет теплоты, работы и внутренней энергии.
46. Теплопередача через плоскую стенку: анализ термических сопротивлений.
47. Цикл Карно и его свойства.
48. Законы лучистого теплообмена.
49. Свойства реальных газов.
50. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
51. Конвективный теплообмен. Теплоотдача.
52. Схема и цикл паротурбинной установки. Расчет к.п.д и сравнение с циклом Карно.
53. Три способа передачи теплоты в пространстве. Теплопередача.
54. Диаграмма T-S для водяного пара. Изображение термодинамических процессов в ней.
55. Закон Фурье – основной закон теплопроводности.
56. Уравнение теплового баланса. Виды теплоемкостей.
57. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости внутри труб.
58. Термическое сопротивление теплопроводности.
59. Физический смысл критериев подобия.
60. Методы расчёта теплоты, работы и внутренней энергии рабочего тела.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости с выставлением оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет» «незачет».

Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий .
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний) .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы .

Полученные текущие знания и умения студентов проводятся в форме промежуточной аттестации во время индивидуального собеседования со студентами, а также при зачете.

Оценка работы производится на основании балльной шкалы и учитывается при проведении зачета. Примерное распределение баллов по оцениваемым элементам приведено в таблице 8.

Таблица 8

Система рейтинговой оценки текущей успеваемости

Баллы	Балльная оценка текущей успеваемости			
За устный опрос	0-59	60-69	70-89	90-100
Оценка	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

К итоговой аттестации (зачету) допускаются студенты, набравшие за период обучения не менее 60% от максимальной суммы баллов. Студенты, набравшие за период обучения менее 60% от максимальной суммы баллов, к зачету допускаются после написания реферата по соответствующей теме. Студенты, набравшие за период обучения 90% и более от максимальной суммы баллов, могут быть освобождены от дополнительного опроса по материалу дисциплины. Зачет выставляется автоматически.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса: учебник / Б. С. Бабакин, А. Э. Суслов, Ю. А. Фатыхов, В. Н. Эрлихман. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1435-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168604>

2. Теплотехника. Практический курс: учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167462>

3. Тепло- и хладотехника и биотехнологии: учебное пособие / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, Е.А. Сафонова, Е.А. Вагайцева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-5136-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/132259>

7.2. Дополнительная литература

4. Круглов, Г. А. Теплотехника: учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-5553-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143117>

5. Усов, А. В. Основы холодильной техники: учебное пособие / А. В. Усов, И. А. Короткий. — 2-е изд. перераб. и доп. — Кемерово: КемГУ, 2016. — 121 с. — ISBN 978-5-89289-936-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99565>

6. Куликов, А. А. Техническая термодинамика: учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, [б. г.]. — Часть I: Общие принципы — 2015. — 104 с. — ISBN 978-5-9239-0738-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64132>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям Не имеется.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.

<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://newgreenfiled.ru/> - Статьи по технологическим процессам и аппаратам переработки пищевого сырья

<http://www.xumuk.ru/teplotehnika/>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.221	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.326	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Центральная научная библиотека имени Н.И.Железнова, читальный зал	Компьютеры

10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Тепло- и хладотехника» необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет - ресурсами, консультации преподавателя.

Занятия, пропущенные студентом по уважительной причине, компенсируются в форме собеседования с преподавателем с последующим выполнением реферата, по заданной преподавателем теме, в полном объеме с оцениванием в баллах.

Занятия, пропущенные студентом без уважительной причины, - не отрабатываются.

Студент, не посещавший лекции, должен предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Специфика дисциплины «Тепло- и хладотехника» является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики в объеме школьной программы и элементарной математики. Для повышения уровня знаний по дисциплине у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- систематический контроль различных видов в процессе обучения.

Программу разработал:

Мартеха А.Н., к.т.н., доцент

