

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ИнБиоХим  
Лазуткина

Ю.С.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.16 «Теплотехника и хладотехника»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **19.03.03**

**Продукты питания животного происхождения**

Направленность (профиль, специализация): **Технология молочных и мясных продуктов**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	О.Н. Терехова
Согласовал	Зав. кафедрой «МАПП»	А.А. Глебов
	руководитель направленности (профиля) программы	О.В. Кольтюгина

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен организовать технологический процесс производства продуктов питания животного происхождения	ПК-1.2	Описывает параметры технологического процесса производства продуктов питания животного происхождения

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Введение в специальность, Математика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Проектирование предприятий молочной и мясной промышленности, Технология масла, Технология молочных и мясных продуктов, Технология продуктов из белково-углеводного сырья

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	32	16	64	84

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

## Лекционные занятия (32ч.)

**1. Предмет теплехладотехники, его значение в практической деятельности производства продуктов питания животного происхождения {беседа} (2ч.)[4,5]** Современные тенденции в разработке технологического оборудования в соответствии с требованиями экологической безопасности при использовании теплофизических процессов в производстве готовой продукции

**2. Основы технической термодинамики {дискуссия} (2ч.)[4,9]** Задачи термодинамики. Термодинамическая система, параметры состояния, уравнение состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, работа деформации объема термодинамической системы. Теплота и работа

**3. Теплоемкость, энтальпия, энтропия(2ч.)[4,6]** Виды удельной теплоемкости: массовая, объемная, мольная и соотношения между ними. Уравнение Майера. Вычисление количества теплоты при нагревании (охлаждении) тел с помощью удельных теплоемкостей. Энтальпия, энтропия – функции состояния термодинамической системы, их особенности и роль в тепловых расчетах.

**4. Термодинамические процессы идеального газа {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,7,8]** Анализ изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного процессов. Политропный процесс и его обобщающее значение. Графическое изображение группы политропных процессов в  $Pv$ - и  $Ts$  – диаграммах и их особенности.

**5. Термодинамические процессы в парообразных средах на примере водяного пара(2ч.)[4,5]** Использование паров в технологических процессах и пищевом оборудовании. Парообразование при постоянном давлении и его графическое представление в  $Pv$  – и  $Ts$  – диаграммах. Свойства пара, области состояния, критическая и тройная точки.

**6. Влажный воздух. Свойства влажного воздуха(2ч.)[4,5,8]** Основные понятия и определения, практическое применение в технологических процессах и установках. Параметры и основные процессы.  $Id$  – диаграмма влажного воздуха. Построение процессов, проходящих в пищевой аппаратуре.

**7. Термодинамические циклы. Второе начало термодинамики(2ч.)[4,5,7]** Термодинамические основы непрерывного преобразования теплоты. Прямой и обратный термодинамические циклы, термический КПД, холодильный коэффициент, коэффициент трансформации теплоты. Формулировки второго закона термодинамики.

**8. Основы теории теплообмена. Предмет и задачи, значение в технологиях продуктов питания животного происхождения. {деловая игра} (2ч.)[4,8]** Основные понятия и определения. Виды теплообмена: теплопроводность, конвективная теплоотдача, теплообмен излучением. Сложный теплообмен. Теплопроводность. Теплообменные аппараты в пищевом производстве: конструкции, технологические требования

**9. Основы холодильной техники. Физические основы получения холода.(2ч.)[3,4,6]** Паровая компрессионная холодильная установка. Стандартный

цикл паровой компрессионной холодильной машины. Принцип работы пароконденсационной холодильной установки. Диаграммы состояния параметров хладагента. Построение цикла ПКХМ. Хладагенты

**10. Применение холода и холодильного оборудования в пищевой технологии продуктов животного происхождения. {дискуссия} (2ч.)[3,5,7,9]** Типы холодильников и их особенности. Классификация холодильных установок. Использование процессов низкотемпературной обработки в технологии пищевого производства продуктов животного происхождения

**11. Основы холодного консервирования {беседа} (2ч.)[4,5,6,7]** Теплофизические свойства пищевых продуктов: плотность, удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности, энтальпия, электрические свойства пищевых продуктов. Структурно-механические свойства пищевых продуктов. Массоперенос при холодном консервировании. Изменение состава пищевых продуктов в процессе охлаждения и замораживания. Влияние процессов охлаждения и замораживания на животные ткани.

**12. Охлаждение пищевых продуктов(2ч.)[6,9]** Значение процессов охлаждения и замораживания для хранения пищевых продуктов Охлаждение пищевых продуктов, классификация способов охлаждения продуктов, аппаратов и помещений. Применение льда для охлаждения плодов и овощей. скорость охлаждения продукта. Истинная скорость охлаждения продукта. Уравнение испарения.Тепловой расчет процесса охлаждения.

**13. Замораживание пищевых продуктов(2ч.)[5,6,7]** Процесс замораживания. Классификация способов замораживания. Температурные кривые. Метод замораживания пищевых продуктов в холодном воздухе.Замораживание пищевых продуктов в жидких хладоносителях. Замораживание в многоплиточных аппаратах. Тепловой расчет процесса замораживания.

**14. Холодильная техника и технологии пищевых предприятий производства продуктов животного происхождения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[5,6,9]** Холодильное оборудование и технологии пищевых предприятий производства продуктов животного происхождения: морозильные камеры, туннельные камеры, камеры шоковой заморозки, технологические морозильные агрегаты. Контактное замораживание пищевых продуктов. Способы шоковой заморозки. Льдосоляное охлаждение. Производство и применение искусственного льда

**15. Ограждающие и теплоизоляционные конструкции холодильников {беседа} (2ч.)[3,7,10]** Виды ограждающих и теплоизоляционных конструкций. Классификация теплоизоляционных материалов и требования к ним. Подбор и расчет теплоизоляционной конструкции.

### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Параметры состояния, уравнение состояния термодинамической системы(2ч.)[4]** Абсолютное, избыточное давление, разрежение –вакуум,

удельный объем, абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа в теплотехнических расчетах на примерах простых производственных задач.

**2. Теплоемкость, энтальпия, энтропия. Расчет количества теплоты(2ч.)[4,8]** Пересчет удельной теплоемкости с одного вида на другой. Определение количества теплоты при нагревании (охлаждении) пищевых продуктов и веществ в заданном интервале температур.

**3. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеального идеального газа термодина(2ч.)[4,8]** Применение результатов анализа изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов к решению конкретных задач промышленной теплотехники.

Термодинамические процессы реальных газов и паров. Расчет величин работы, теплоты и изменения внутренней энергии пара для основных термодинамических процессов: изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного.

**4. Исследование процессов во влажном воздухе(2ч.)[3,8]**  $I_d$  – диаграмма влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха при произвольной комбинации двух переменных. Анализ и расчет основных процессов: нагревание, охлаждение до температур выше и ниже точки росы, идеальная и реальная сушка материалов, смешение потоков с различными параметрами.

**5. Термодинамические циклы(2ч.)[3,7]** Прямой и обратный циклы Карно. Определение параметров рабочего тела в характерных точках циклов. Полезная работа и теплота, термический КПД прямого цикла – цикла тепловых двигателей. Холодопроизводительность, холодильная мощность, холодильный коэффициент обратного цикла – цикла холодильной машины.

**6. Тепловой расчет процессов охлаждения и замораживания пищевых продуктов(2ч.)[1,3,6]** Определение продолжительности процессов охлаждения и замораживания пищевых продуктов. Определение количества теплоты, выделяющейся от продуктов в процессе холодильной обработки

**7. Определение общего количества теплопритоков в холодильную камеру(4ч.)[3]** Расчет по вариантам

### **Лабораторные работы (32ч.)**

**1. Изучение процесса теплообмена(8ч.)[2]** Испытание пластинчатого теплообменного аппарата: в режиме прямотока; в режиме противотока

**2. Изучение процесса охлаждения пищевых(4ч.)[1,3]** Расчет и экспериментальное определение длительности замораживания пищевых продуктов различной геометрической формы. Расчет теплоты, выделяемой от продукта в процессе охлаждения

**3. Изучение процесса замораживания пищевых продуктов(4ч.)[3,6]** Экспериментальное и расчетное определение параметров замораживания пищевых продуктов

**4. Изучение системы косвенного охлаждения(4ч.)[1]** Испытание установки с косвенной системой охлаждения

**5. Испытание парокомпрессионной холодильной машины(8ч.)[1]** Определение основных технических характеристик холодильной установки. Построение цикла ПКХМ

**6. Испытание низкотемпературного прилавка(4ч.)[1]** Определение эксплуатационных характеристик низкотемпературного прилавка

#### **Самостоятельная работа (64ч.)**

**1. Проработка теоретического материала(4ч.)[4,5,6,7,8]** Работа с конспектом лекций, учебными пособиями

**2. Подготовка к практическим занятиям(4ч.)[3]**

**3. Подготовка к лабораторным работам(4ч.)[1]** Защита лабораторных работ

**4. Выполнение расчетного задания(16ч.)[3]**

**5. Подготовка к экзамену(36ч.)[3,4,5,6,7,8,9,10,11,12]**

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Терехова О.Н. Холодильная техника, холодильная технология и кондиционирование. Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ по курсу «Холодильная техника и кондиционирование» для студентов направления ТМиО и «Холодильная техника и технология» для студентов направления ТОП очной и заочной форм обучения. Алт. гос. тех. Ун-т им. И.И. Ползунова. – Барна-ул: Изд-во АлтГТУ 2016. - 45 с. Прямая ссылка: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/mapp/uploads/terekhova-o-n-mapp-56cdc59f84e78.pdf>.

2. Терехова О.Н. Испытание пластинчатого теплообменного аппарата. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Процессы и аппараты пищевых производств» и «Гидротермические процессы и оборудование пищевых производств» для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения. / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020 - 17 с. <http://elib.altstu.ru/eum/download/mapp/uploads/terekhova-o-n-mapp-5f7b0a0a77c64.pdf>

#### **6. Перечень учебной литературы**

6.1. Основная литература

3. Терехова О.Н. Холодильная техника и технология: Сборник примеров

расчетов и лабораторных работ по дисциплинам «Холодильная техника и технология», «Хранилища сырья и готовой продукции» для студентов направления ТМиО и «Холодильная техника и технология» для студентов направления ТОП очной и заочной форм обучения / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд.-во. Ал-тГТУ, 2014 г.- 122 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/mapp/uploads/terekhova-o-n-mapp-5491596b7d69b.pdf>

4. Яновский А. А. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Яновский ; Ставроп. гос. аграр. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. - 104 с. Доступ из ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=484962](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=484962)

5. Воробьева, Н. Н. Теплофизические процессы в холодильной технологии : учебное пособие / Н. Н. Воробьева ; ред. Н. В. Шишкина. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. – 150 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141468> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-89289-389-8. – Текст : электронный.

6. Буянова, И. В. Теоретические основы холодильной технологии продуктов животного происхождения : учебное пособие : [16+] / И. В. Буянова ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. – 126 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=685055> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2668-6. – Текст : электронный.

## 6.2. Дополнительная литература

7. Румянцев, Ю. Д. Холодильная техника : учеб. для вузов / Ю. Д. Румянцев, В. С. Калюнов. - СПб. : Профессия, 2003. - 360 с. - 50 экз

8. Троян Е.Н., Бахтина И.А, Николаев А.М. Теплотехника: Учебно-методическое пособие / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2015. – 154 с. [http://elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Trojan\\_teplotechnic.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Trojan_teplotechnic.pdf)

9. Холодильная технология пищевой промышленности : учебное пособие : [16+] / А. М. Ибраев, Ю. А. Фирсова, М. С. Хамидуллин, И. Г. Хисамеев ; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 125 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258928> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7882-0935-7. – Текст : электронный.

10. Устройство, эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования : [16+] / Д. И. Грицай, И. В. Капустин, В. И. Марченко, Е. В. Кулаев ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2019. – 52 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614028> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.65

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

11. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru/>

12. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог



<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
	изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».