

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан СТФ  
Харламов

И.В.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: Б1.О.26 «Тепло- и хладотехника»

Код и наименование направления подготовки (специальности): 19.03.02

Продукты питания из растительного сырья

Направленность (профиль, специализация): Организация, ведение и проектирование технологий продуктов из растительного сырья

Статус дисциплины: обязательная часть

Форма обучения: очная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	А.В. Шашев
Согласовал	Зав. кафедрой «ИСТИГ»	В.В. Логвиненко
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.Ю. Егорова

г. Барнаул

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

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК-3.2	Использует знания инженерных наук для понимания процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания
		ОПК-3.3	Осуществляет выбор и компоновку технологического оборудования с учетом знаний инженерных процессов

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Основы общей и неорганической химии, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Процессы и аппараты зерноперерабатывающих и пищевых производств, Технологическое проектирование отделений хлебозаводов, кондитерских и макаронных фабрик, Технология производства кондитерских изделий, Технология производства растительных масел

**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: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	16	32	28	84

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

Форма обучения: очная

Семестр: 3

## Лекционные занятия (32ч.)

1. **Предмет тепло- и хладотехники. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,7]** Используя знания инженерных наук, определение современные тенденции в разработке теплотехнического оборудования. Энергетическое и технологическое использование теплоты, источники ее получения. Энергосбережение и экологическая безопасность.
2. **Основы технической термодинамики {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,6,7]** Использует знания инженерных наук для понимания процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания. Предмет и метод термодинамики. Задачи термодинамики. Термодинамическая система, параметры состояния, уравнение состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы.
3. **Первый закон термодинамики {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[3,5,7]** Использует знания инженерных наук, изучение вопроса внутренней энергии термодинамической системы, ее изменение в термодинамическом процессе. Работа деформации объема термодинамической системы под воздействием теплоты. Теплота и работа - формы микро- и макрофизического взаимодействия термодинамической системы в процессах использования и преобразования теплоты. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.  $Pv$  -диаграмма термодинамического процесса.
4. **Теплоемкость, энтальпия, энтропия {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,6,7]** Использует знания инженерных наук, изучение видов удельной теплоемкости: массовой, объемной, мольной 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.
5. **Термодинамические процессы идеального газа {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,6,7]** Используя знания инженерных наук для понимания процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания, изучение обобщенной методики анализа процессов, особенности ее применения. Анализ изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного процессов.
6. **Термодинамические процессы в парообразных средах на примере водяного пара. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[3,6,7]** Осуществление выбора и компоновки технологического оборудования с учетом знаний инженерных процессов.

Использование паров в технологических процессах и установках. Парообразование при постоянном давлении и его графическое представление в  $Pv$  – и  $Ts$  – диаграммах. Свойства пара, области состояния, критическая и тройная точки.

7. Влажный воздух. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,6,7] Осуществление выбора и компоновки технологического оборудования с учетом знаний инженерных процессов. Основные понятия и определения, практическое применение в технологических процессах и установках. Параметры и основные процессы.  $h_d$  – диаграмма.

8. Основы хладотехники. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[3,6,7] Осуществление выбора и компоновки технологического оборудования с учетом знаний инженерных процессов. Получение искусственного холода. Условия переноса теплоты от низко- температурного источника теплоты к высокотемпературному. Обратный термодинамический цикл – цикл холодильных машин и тепловых насосов.

Основы хладотехники. Классификация и области применения холодильных машин. Хладагенты: свойства, основные требования для эффективной и экологически безопасной эксплуатации. Парожидкостные компрессионные холодильные машины : схемы, термодинамические циклы, расчет основных технических характеристик.

9. Основы теории теплообмена. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,7] Осуществление выбора и компоновки технологического оборудования с учетом знаний инженерных процессов. Предмет и задачи, значение в технологиях продукции из растительного сырья. Основные понятия и определения. Виды теплообмена: теплопроводность, конвективная теплоотдача, теплообмен излучением. Сложный теплообмен.

10. Теплопроводность {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,6,7] Основной закон теплопроводности–закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей, диэлектриков (теплоизоляторов) и металлов.

Стационарные одномерные системы при граничных условиях 1 рода: теплопроводность через однослойные и многослойные плоские, цилиндрические и сферические стенки.

11. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[3,6,7] Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, факторы, определяющие его величину.

Методы определения коэффициента теплоотдачи. Моделирование процессов теплоотдачи. Образование критериев подобия. Обобщение результатов моделирования и их представление в виде безразмерных критериальных уравнений теплоотдачи.

12. Сложный теплообмен – теплопередача {с элементами электронного

обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,6,7] Используя знания инженерных наук, изучить уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи. Стационарные одномерные системы при граничных условиях III рода: расчет теплопередачи через плоские, цилиндрические сферические стенки. Рациональный выбор материала и толщины теплоизоляции трубопроводов. Интенсификация теплопередачи.

#### Практические занятия (32ч.)

1. Параметры состояния, уравнение состояния термодинамической системы {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[6,7] 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. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[6,7] Пересчет удельной теплоемкости с одного вида на другой. Уравнение Майера. Вычисление средней теплоемкости в произвольном интервале температур. Определение количества теплоты при нагревании произвольных массы, объема и количества киломолей веществ в заданном интервале температур. Расчет изменения энтальпии и энтропии в термодинамических процессах.
3. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеального идеального газа. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[6,7] Применение результатов анализа изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов к решению конкретных задач промышленной теплотехники.
4. Термодинамические процессы реальных газов и паров. Водяной пар. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[6,7]  $h_s$  – диаграмма для воды и водяного пара. Определение термодинамических параметров воды и водяного пара при произвольной комбинации двух переменных. Расчет величин работы, теплоты и изменения внутренней энергии пара для основных термодинамических процессов: изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного. Графическое представление процессов в  $h_s$  – диаграмме.
5. Исследование процессов во влажном воздухе {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[6,7]  $h_d$  – 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.
6. Термодинамические циклы {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[6,7] 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. Особенности обратного цикла и основные характеристики тепловых насосов.

7. Хладотехника {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[6,7] Термодинамическая схема, цикл и расчет основных технических характеристик одноступенчатой холодильной машины класса умеренно низких температур. Определение оптимального режима работы с помощью эксергетического КПД.

8. Стационарная теплопроводность {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[6,7] Расчет теплового потока, распределения температур в однородных и изотропных, многослойных плоских, цилиндрических и сферических стенках. Определение значений температур в месте контакта слоев для многослойных стенок той же формы.

9. Конвективный теплообмен, теплоотдача {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[6,7] Расчет стационарной теплоотдачи с помощью критериальных уравнений при вынужденном течении теплоносителя в трубах, каналах некруглого сечения, а также при наружном обтекании поверхностей различной формы. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя.

10. Сложный теплообмен – теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[6,7] Вычисление теплового потока, коэффициента теплопередачи, температур поверхностей, омываемых греющим и нагреваемым теплоносителями, при теплопереносе через плоские, цилиндрические и сферические стенки. Основы конструктивного и поверочного расчетов рекуперативных теплообменников.

#### Лабораторные работы (16ч.)

1. Определение коэффициента теплопроводности изоляционного материала {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,3,7] Изучение методики определения коэффициента теплопроводности изоляционного материала, установление зависимости коэффициента теплопроводности от средней температуры материала.

2. Исследование теплоотдачи поверхности горизонтальной трубы при естественной конвекции. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,3,7] Освоение метода экспериментального определения коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции, освоение методики обработки результатов эксперимента.

3. Определение степени черноты поверхности материала методом сравнения

с двумя эталонами. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,3,7] Углубление знаний по теории лучистого теплообмена и получение навыков экспериментального исследования процессов теплообмена.

4. Исследование теплопередачи в водо-водяном теплообменнике. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,3,7] Знакомство с конструкцией, методикой расчета и измерения характеристик рекуперативных теплообменных аппаратов.

#### Самостоятельная работа (28ч.)

1. Подготовка к лекциям(8ч.)[3,5] Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками).

2. Подготовка к практическим занятиям(8ч.)[3,6] Проработка теоретического материала, примеров решения задач (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками).

3. Подготовка к контрольным работам(8ч.)[3,6,7] Работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками.

4. Подготовка к зачету(4ч.)[3,5,6,7] Проработка тестов промежуточной аттестации (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)

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

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Бахтина И.А., Троян Е.Н., Николаев А.М. Теплотехника [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие. – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа:

[http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Trojan\\_teplotechnic.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Trojan_teplotechnic.pdf)

2. Иванова Т.Ю. (ИСТИГ) Бахтина И.А. (ИСТИГ) Шашев А.В. (ИСТИГ) Теплотехника. Практикум к лабораторным работам. 2020 г. Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/istig/Shashev\\_Teploteh\\_lr\\_prakt.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/istig/Shashev_Teploteh_lr_prakt.pdf)

#### 6. Перечень учебной литературы

##### 6.1. Основная литература

3. Тепло- и хладотехника : учебное пособие / С. В. Бутова, В. В. Воронцов, М. Н. Шахова [и др.]. – Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого,

2016. – 248 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/72842.html> (дата обращения: 05.04.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 6.2. Дополнительная литература

4. Лекции по теплотехнике: конспект лекций / составитель В.А. Никитин; Оренбургский ун-т.- Оренбург: ОГУ, 2011. – 532 с. – Доступ из ЭБС «IPR-books»: <http://www.iprbookshop.ru/21604.html>

5. Теплотехника : учебное пособие / составители А. В. Васильев, Ю. С. Бахрачева. – Волгоград : Волгоградский институт бизнеса, 2009. – 206 с. – ISBN 978-5-9061-7245-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/11352.html> (дата обращения: 07.04.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

7. ILIAS ЭОС АлтГТУ: <http://lms.altstu.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.

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.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky



№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	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 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**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
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».