

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан СТФ

И.В. Харламов

## **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**

| <b>Статус</b> | <b>Должность</b>                                | <b>И.О. Фамилия</b> |
|---------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| 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  $P_v$  – и  $T_s$  – 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 электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

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. 2020 Иванова Т.Ю. (ИСТиГ) Бахтина И.А. (ИСТиГ) Шашев А.В. (ИСТиГ) Теплотехника. Практикум к лабораторным работам 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. 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> (дата обращения: 04.09.2020). — Режим доступа: для авториз. 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. 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)

## 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.

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.

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

| №пп | Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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> ) |



| №пп | Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 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».