

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**

| 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 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

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

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

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 (http://Window.edu.ru) |

| №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. (http://нэб.рф/) |

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».