

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 теплопередаче 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

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

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. (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».