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.В.10 «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 (вариативная)**
Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	А.М. Николаев
Согласовал	Зав. кафедрой «ИСТиГ»	В.В. Логвиненко
	руководитель направленности (профиля) программы	М.П. Щетинин

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-2	способностью осуществлять элементарные меры безопасности при возникновении экстренных ситуаций на тепло-, энергооборудовании и других объектах жизнеобеспечения предприятия	фундаментальные законы термодинамики и теории теплообмена, получения, преобразования, передачи и использования теплоты в технологиях производства продукции животного происхождения, оборудовании тепло- и хладотехники	рассчитывать термодинамические процессы, циклы тепловых двигателей, холодильных машин, тепловых насосов и другого оборудования; теплообмен в технологических процессах и оборудовании отрасли	методами постановки и реализации задач расчета теплофизических процессов, при производстве продукции животного происхождения на базе фундаментальных и прикладных аспектов теплотехники и хладотехники
ПК-21	готовностью принимать необходимые меры безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций на объектах жизнеобеспечения предприятия	необходимые меры безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций на тепло-, энергооборудовании и других объектах жизнеобеспечения предприятия	планировать мероприятия по защите производственного персонала и населения в чрезвычайных ситуациях	приемами действий в аварийных и чрезвычайных ситуациях, оказания первой помощи пострадавшим

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Процессы и аппараты, Технологическое оборудование, 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 молочных и мясных продуктов

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	30	15	15	84	67

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 (30ч.)

1. Предмет теплотехники и хладотехники, его структура, цели и задачи в обеспечении безопасности на тепло- энергооборудовании в технологиях производства продукции животного происхождения. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[6,7] Современные тенденции в разработке теплотехнического оборудования. Энергетическое и технологическое использование теплоты, источники ее получения. Энергосбережение и экологическая безопасность.

2. Техническая термодинамика {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[6,7] Предмет и метод термодинамики. Задачи термодинамики. Термодинамическая система, параметры состояния, уравнение состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы.

3. Первый закон термодинамики {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8] Внутренняя энергия термодинамической системы, ее изменение в термодинамическом процессе. Работа деформации объема термодинамической системы под воздействием теплоты. Pv –диаграмма термодинамического процесса. Теплота и работа - формы микро- и макрофизического взаимодействия термодинамической системы с телами окружающей среды . Аналитическое выражение первого закона термодинамики.

4. Теплоемкость, энтальпия, энтропия {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8] Виды удельной теплоемкости: массовая, объемная,

мольная и соотношения между ними. Уравнение Майера. Вычисление средней теплоемкости на заданном интервале температур. Вычисление количества теплоты при нагревании (охлаждении) тел с помощью удельных теплоемкостей. Энтальпия, энтропия – функции состояния термодинамической системы, их особенности и роль в тепловых расчетах. Вычисление изменения энтальпии и энтропии в тепловых процессах. Ts – диаграмма термодинамических процессов.

5. Термодинамические процессы идеального газа {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8] Обобщенная методика анализа процессов, особенности ее применения. 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

6. Термодинамические процессы в парообразных средах на примере водяного пара {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[6,10] 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. Определение параметров пара. Основные термодинамические процессы.

7. Влажный воздух {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[7,10] Основные понятия и определения, практическое применение в технологических процессах и установках. Hd-диаграмма. Основные параметры и основные процессы.

8. Основы термодинамики потока газов и паров {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8] Первый закон термодинамики для потока. Располагаемая работа потока. Истечение газов и паров из сопел. Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля - Томсона. Получение отрицательных температур при дросселировании хладонов.

9. Термодинамические циклы {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8] Непрерывное преобразование теплоты в работу. Прямой термодинамический цикл – цикл тепловых двигателей. Обобщенная термодинамическая схема тепловых двигателей. Термический КПД. Формулировка второго начала термодинамики (У. Томсон). Трансформация низкопотенциальной теплоты. Получение искусственного холода. Условия передачи теплоты от низкотемпературного источника к высокотемпературному. Обратный термодинамический цикл – цикл холодильных машин и тепловых насосов. Холодильный коэффициент. Коэффициент трансформации теплоты. Формулировка второго начала термодинамики (Р. Клаузиус). Циклы Карно.

10. Основы хладотехники {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[8,10] Холодильные машины: классфикация, принцип действия и области применения. Хладагенты: свойства, применение в зависимости от уровня отрицательных температур, основные требования для эффективной и экологически безопасной эксплуатации холодильных машин. Парожидкостные ком- прессионные холодильные машины – основной тип для пищевой промышленности.Схемы, термодинамические циклы и их анализ. Расчет

основных технических характеристик.
Эксергетический КПД и выбор оптимальной температуры охлаждения.
11. Теплопередача. Введение {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[6,7] Предмет и задачи, значение в теплоиспользующих установках. Основные понятия и определения. Виды теплообмена:
теплопроводность, конвективная теплоотдача, теплообмен излучением. Сложный теплообмен.
12. Теплопроводность {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[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.
13. Конвективный теплообмен. Теплоотдача {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7] Основные понятия
и определения. Уравнение Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, факторы, определяющие его величину. Определение коэффициента теплоотдачи – сложная много- факторная задача. Методы определения коэффициента теплоотдачи. Моделирование процессов теплоотдачи. Образование критериев подобия. Обобщение результатов моделирования и их представление в виде безразмерных критериальных уравнений теплоотдачи. Понятие об определяющем размере и температуре. Порядок расчета теплоотдачи с помощью критериальных уравнений.
14. Теплообмен излучением {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7] Основные понятия и определения. Тепловой баланс и радиационные характеристики поверхности тел.Основные законы: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.Теплообмен излучением между телами, разделенными диатермичной средой. Особенности теплообмена в поглощающих и излучающих средах.
15. Сложный теплообмен – теплопередача {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7] Уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи. Стационарные одномерные системы при граничных условиях III рода: расчет теплопередачи через плоские, цилиндрические и

Сферические стенки. Рациональный выбор материала и толщины теплоизоляции трубопроводов. Интенсификация теплопередачи.
16. Теплообменные аппараты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7] Классификация и назначение теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты рекуперативных теплообменников. Влияние схем движения теплоносителей

Практические занятия (15ч.)

1. Параметры состояния, уравнение состояния термодинамической системы {работа в малых группах} (1ч.)[6,11] Абсолютное, избыточное давление, разрежение –вакуум, удельный объем, абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа в теплотехнических расчетах на примерах простых производственных задач.

2. Первый закон термодинамики. Теплоемкость, энтальпия, энтропия. {работа в малых группах} (1ч.)[6,11] Пересчет удельной теплоемкости с одного вида на другой. Вычисление средней теплоемкости в произвольном интервале температур. Вычисление количества теплоты при нагревании произвольных массы, объема и количества киломолей рабочих тел в заданном интервале температур. Расчет изменения энтальпии и энтропии в термодинамических процессах.

3. Термодинамические процессы идеального газа {работа в малых группах} (2ч.)[6,11] Использование результатов анализа изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов в решении задач использования теплоты в технологиях производства продукции животного происхождения

4. Водяной пар. Определение Параметров и расчет основных термодинамических процессов {работа в малых группах} (2ч.)[6,11] Hs – 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 Hs – диаграмме.

5. Исследование процессов во влажном воздухе {работа в малых группах} (1ч.)[6,11] Hd – 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. Хладотехника {работа в малых группах} (2ч.)[6,10,11] Обратный цикл Карно: расчет параметров рабочего тела в характерных точках цикла, холодильный коэффициент, влияние температур высшего и низшего источников теплоты. Расчет одноступенчатой парожидкостной холодильной машины класса умеренно низких температур.

7. Стационарная теплопроводность {работа в малых группах} (2ч.)[6,11] 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.

8. Конвективный теплообмен, теплоотдача {работа в малых группах} (2ч.)[6,11] Расчет стационарного процесса теплоотдачи с помощью критериальных уравнений при вынужденном течении теплоносителя в трубах,

каналах не круглого сечения, при наружном обтекании поверхностей тел. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя.

9. Сложный теплообмен – теплопередача {работа в малых группах} (2ч.)[6,11] Вычисление теплового потока, коэффициента теплопередачи, температур поверхностей, омываемых греющим и нагреваемым теплоносителями, при теплопереносе через плоские, цилиндрические и сферические стенки

Лабораторные работы (15ч.)

1. Определение изобарной теплоемкости воздуха {работа в малых группах} (3ч.)[1] Ознакомление с экспериментальным определением теплоемкости воздуха с помощью проточного калориметра. Опытный стенд, основные его элементы, принцип действия. Необходимые измерения и приборы, используемые для этого. Методика обработки опытных данных. Сравнение экспериментально найденного значения теплоемкости с табличным значением.

2. Исследование процессов во влажном воздухе {работа в малых группах} (4ч.)[2] Ознакомление со стендом - моделью однопоточной сушильной установки, необходимыми измерениями, устройствами и приборами, предназначенными для этого. Построение процессов в hd-диаграмме по опытным данным. Определение количества испаренной влаги на 1 кг сухого воздуха, расхода теплоты на 1 кг испаренной влаги, тепловых потерь установки в окружающую среду.

3. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала {работа в малых группах} (4ч.)[3] Ознакомление со стендом, необходимыми измерениями, устройствами и приборами, предназначенными для этого. Определение значения коэффициента теплопроводности относительно погрешности в трех тепловых режимах, построение графика зависимости коэффициента теплопроводности от температуры материала. Выбор материала теплоизоляции.

4. Исследование теплоотдачи поверхности горизонтальной трубы при естественной конвекции {работа в малых группах} (4ч.)[4] Опытный стенд, проводимые измерения, приборы и средства, используемые для этого. Определение коэффициента теплоотдачи в трех тепловых режимах, построение графика его зависимости от температурного напора в указанных режимах.

Самостоятельная работа (84ч.)

1. Подготовка к лекциям(8ч.)[6,9,10] Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)

2. Подготовка к практическим занятиям(8ч.)[6,9,10] Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)

3. Подготовка к лабораторным работам(12ч.)[1,2,3,4,6] Подготовка к

выполнению и защите лабораторных работ, оформление отчетов.

4. Выполнение расчетного задания(20ч.)[5,6,10,11] 1. Расчет процессов сжатия в одноступенчатом поршневом компрессоре.

2. Расчет параметров термодинамического цикла паротурбинной установки.

3. Расчет основных технических характеристик парожидкостной холодильной машины класса умеренно низких температур.

4. расчет теплопередачи в трубах круглого сечения с использованием критериальных уравнений теплоотдачи.

5. Расчет поверхности теплопередачи рекуперативного теплообменника.

5. Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)(36ч.)[6,8,10] Проработка теоретического материала (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., Николаев А.М. Определение теплоемкости воздуха: Практикум к лабораторной работе № 2 по технической термодинамике для всех форм обучения. [Электронный ресурс]: Практикум. – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/uploads/bakhtina-i-a-tgivv-562746baec11e.pdf

2. Николаев А.М., Бахтина И.А. Исследование процессов во влажном воздухе: Практикум к лабораторной работе № 3 по технической термодинамике для всех форм обучения.[Электронный ресурс]: Практикум. – Элек-трон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/uploads/bakhtina-i-a-tgivv-56274460919d2.pdf

3. Бахтина И.А., Николаев А.М. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала [Электронный ресурс]: Практикум. – Элек-трон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Nikolaev_opcofp.pdf

4. Бахтина И.А., Николаев А.М. Исследование теплоотдачи поверхности горизонтальной трубы при естественной конвекции [Электронный ресурс]: Практикум. – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа: http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Nikolaev_togt.pdf

5. Николаев А.М. Расчет тепловых процессов. Практикум для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения.[Электронный ресурс]: Практикум. – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа:http://elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/uploads/nikolaev-a-m-tgivv-

5627701de4580.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

6. 6. 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. 7. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 208 с. – Доступ из ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900

6.2. Дополнительная литература

8. 8. Яновский А.А. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие / А.А. Яновский; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2017. – 104 с. – Доступ из ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=484962

9. 9. 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

10. Третьякова, Н.Г. Тепло- и хладотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Г. Третьякова, Л.В. Лифенцева, В.А. Ермолаев. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2017. — 104 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/103933. — Загл. с экрана.

11. Синявский Ю.В. Сборник задач по курсу "Теплотехника" [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Синявский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2010. — 128 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4907. — Загл. с экрана.

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

12. Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.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)
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 занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории
виртуальный аналог специально оборудованных помещений

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».