

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

СОГЛАСОВАНО

Директор ИнБиоХим
Лазуткина

Ю.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.6 «Вентиляционные установки и системы кондиционирования пищевых производств»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.03.02
Технологические машины и оборудование**

Направленность (профиль, специализация): **Инновационные технологические системы в пищевой промышленности**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	О.Н. Терехова
Согласовал	Зав. кафедрой «МАПП»	А.А. Глебов
	руководитель направленности (профиля) программы	О.Н. Терехова

г. Барнаул

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

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен осуществлять проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности	ПК-2.2	Способен проектировать элементы технологических систем пищевой промышленности
ПК-3	Способен выполнять операции технического обслуживания, монтажа, наладки и испытаний технологических машин и оборудования пищевой промышленности	ПК-3.2	Способен выполнять монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности
ПК-4	Способен применять инновационные подходы при проектировании и конструировании элементов технологических систем пищевой промышленности	ПК-4.1	Описывает инновации в сфере оборудования и технологий пищевой промышленности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Процессы и аппараты пищевых производств, Технологические машины и оборудование пищевых производств, Технологические системы в пищевой промышленности
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Автоматическое управление технологическими системами в пищевой промышленности, Проектирование линий и производств, Технологические машины и оборудование пищевых производств, Холодильная техника и технология

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: 8 / 288

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	32	48	176	133

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

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	16	16	60	57

Лекционные занятия (16ч.)

1. Основные понятия дисциплины. Введение в дисциплину. Инновации в сфере оборудования и технологий пищевой промышленности {беседа} (2ч.)[5,6] Цели и задачи дисциплины. Краткий исторический обзор. Направления развития и совершенствования вентиляционных установок. Задачи вентиляционного оборудования. Назначение и основные виды вентиляционных установок пищевых предприятий. Классификация систем вентиляции. Движение воздуха в вентилируемых помещениях. Определение количества вредных выделений. Общеобменная вентиляция. Определение воздухообменов. Местная вентиляция. Локализирующая вентиляция. Местные отсосы. Местная приточная вентиляция. системы кондиционирования воздуха пищевых предприятий.

2. Основы механики жидкости и газов {беседа} (2ч.)[4,6] Основные физические свойства жидкостей и газов. Гипотеза сплошности. Основные физические свойства жидкостей и газов. Закон внутреннего трения Ньютона. Воздух как основной рабочий орган вентиляционной установки. Состав и основные физические свойства воздуха. Виды давлений в вентиляционной сети. Системы единиц измерения параметров воздуха. Приведение воздуха к стандарт-ному состоянию

3. Законы и уравнения гидродинамики {лекция с заранее запланированными ошибками} (2ч.)[4,6] Элементы потока воздуха. Модели сплошной среды. Модель идеальной (не-вязкой) жидкости. Методы описания и виды движения жидкости. Расход элементарной струйки и потока. Уравнения неразрывности жидкости и газов в дифференциальной и интегральной формах. Закон сохранения массы – уравнение неразрывности применительно к вентиляционной технике

4. Закон сохранения энергии - уравнение Бернулли в применении к вентиляционной технике. {образовательная игра} (2ч.)[3,4,6] Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Пьезометрическая и напорная линии. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (Навье-Стокса). Подобие гидромеханических процессов. Общая интегральная форма уравнений количества

движения и момента количества движения.

5. Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности. Применение уравнения Бернулли для расчета вентиляционных систем и систем кондиционирования воздуха(2ч.)[3,6]

Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности Анализ и график распределения давлений по длине воздухопроводов вентиляционной сети. Полное давление, развиваемое вентилятором в сети.

6. Гидравлические сопротивления {дискуссия} (2ч.)[4,6] Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация, структура формул для вычисления потерь энергии (напора). Основная формула равномерного движения. Сопротивления по длине, основная формула потерь на-пора. Данные о гидравлическом коэффициенте трения. Местные гидравлические сопротивления, основная формула, зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.

7. Режимы движения воздуха. Потери давления в воздуховодах(2ч.)[4,6]

Потери давления и поле скоростей при ламинарном режиме. Потери давления и поле скоростей при турбулентном режиме. График Никурадзе. Потери давления в местных сопротивлениях. Теорема Борда. Метод наложения сопротивлений. Редукция сопротивлений. Потери давления в аспирируемом оборудовании.

8. Измерение параметров воздуха в вентиляционных системах {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,5,6,7] Методика измерения средней скорости и расхода воздуха в вентиляционных сетях. Методика измерения давлений. Измерение запыленности воздуха. Приборы для измерения параметров воздуха: расходомеры, барометры, психрометры, микроанометры, измерители концентрации пыли, их применение при испытании вентиляционных систем.

Практические занятия (16ч.)

1. Физические свойства жидкости и газа(2ч.)[3,4] Температурное расширение. Объемное сжатие. Вязкость. Закон внутреннего трения Ньютона.

2. Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности Расчет вентиляционных сетей(2ч.)[3,6] Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности Особенности расчета вентиляционных установок различных пищевых производств

3. Основное уравнение гидростатики {творческое задание} (2ч.)[4,6] Гидростатическое давление. Системы отсчета и единицы измерения давления. Жидкостные приборы для измерения давления. Инновации в сфере измерительных приборов оборудования и технологий пищевой промышленности

4. Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности Уравнение Бернулли(2ч.)[3,6] Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности. Рекомендации к выбору сечений и плоскости сравнения. Потери напора на трение и в местных сопротивлениях. Определение коэффициента гидравлического трения в зависимости от области сопротивления.

- 5. Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности Расчет простых трубопроводов(2ч.)[1,2]** Расчет простых трубопроводов. Определение диаметра трубопровода, определение надежно-транспортируемой скорости
- 6. Расчет сложных трубопроводов(2ч.)[1,8,9]** Сложные трубопроводы с параллельным и последовательным соединением простых трубопроводов.
- 7. Виды давлений(2ч.)[1,4]** Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности Определение статического, динамического и полного давления в воздуховодах вентиляционных установок, решение задач
- 8. Потери давления(2ч.)[1,2,7,8,9,10]** Расчет потерь давления в трубопроводах при турбулентном и ламинарном режиме движения жидкости. Расчет потерь давления в оборудовании. Расчет процесса истечения через отверстия и насадки

Лабораторные работы (16ч.)

- 1. Определение статического, динамического, полного давления в воздуховодах. Приборы и поправки(4ч.)[2,3,4]** монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности
- 2. Измерение скорости и расхода воздуха в воздуховоде методом исследования поля скоростей(4ч.)[2,3,4]** монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности
- 3. Измерение скорости и расхода воздуха в воздуховодах при помощи местных сопротивлений(4ч.)[2,4]** монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности
- 4. Определение потерь давления в воздуховодах и местных сопротивлениях(4ч.)[2,3,4]** монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности

Самостоятельная работа (96ч.)

- 1. Проработка теоретического материала(16ч.)[1,2,9,10]** работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками
- 2. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам(32ч.)[2,3,10]** Включая подготовку к контрольным опросам, терминологическим диктантам, подготовку отчетов по лабораторным работам
- 3. Самостоятельное изучение разделов дисциплины {творческое задание} (21ч.)[1,5,7,8,9,10]** Изучение нормативно-методической литературы по теме "Проектирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха"
- 4. Подготовка к зачету(27ч.)[4,5,6,7]**

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	16	32	116	76

Лекционные занятия (16ч.)

1. Вентиляция, кондиционирование и технология, инновации в сфере оборудования и технологий пищевой промышленности(2ч.)[5,6] Вредные выделения на пищевых производствах, их воздействие на организм человека и окружающую среду. Метеорологические условия и чистота воздуха в производственных помещениях. Требования к системам вентиляции и кондиционирования. Вентиляция, кондиционирование и технология. Экономическая эффективность систем вентиляции и кондиционирования.

2. Кондиционирование воздуха, инновации в сфере оборудования и технологий пищевой промышленности(2ч.)[4,5] Кондиционирование воздуха и его задачи. Классификация систем кондиционирования воздуха (СКВ). Основные физические свойства влажного воздуха. Построение процессов кондиционирования в диаграмме J-d влажного воздуха. Выбор способа обработки воздуха в зависимости от климатических условий. Основные процессы обработки воздуха в теплый период года в местностях с сухим жарким климатом. Основные процессы обработки воздуха в теплый период года в местностях с влажным жарким климатом. Основные процессы обработки воздуха в холодный период года

3. Оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха {беседа} (2ч.)[7,8,9] Воздухонагреватели (калориферы) для систем приточной вентиляции. Поверхностные воздухоохладители. Устройства контактного типа для термовлажностной обработки воздуха. Кондиционеры. Сплит-системы. Системы воздухораспределения СКВ

4. Аспирационные установки, инновации в сфере оборудования и технологий пищевой промышленности {деловая игра} (2ч.)[2,3,4,6] Основное оборудование аспирационных установок. Назначение вентиляционных установок перерабатывающих предприятий.. Пожаро- и взрывоопасность пищевых производств. Основы проектирования и расчета вентиляционных аспирационных систем

5. Очистка воздуха, инновации в сфере оборудования и технологий пищевой промышленности(2ч.)[4,6,7] Физико-механические свойства пыли. Охрана окружающей среды на предприятиях мукомольно-элеваторной промышленности. ПДК и ПДВ пыли. Взрывные свойства пылевоздушных смесей и меры предотвращения пылевых взрывов. Пылеулавливающее оборудование

6. Пылевоздушные смеси и пылеотделители, монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности(2ч.)[3,6] Классификация и основные характеристики

пылеулавливающего оборудования. Назначение и классификация пылеотделителей. Оценка технико-экономической эффективности работы пылеотделителей. Методы очистки воздуха от вредных паров и газов. Основные типы пылеотделителей пищевых предприятий. Конструкции, расчет объема перемещаемого воздуха и аэродинамического сопротивления

7. Вентиляторы. Основные понятия о воздуходушных машинах, монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности {деловая игра} (2ч.)[4,8] Классификация вентиляторов. Устройство и принцип работы центробежного вентилятора. Основные серии центробежных вентиляторов. Центробежное уравнение Эйлера. Теоретическое и действительное давление, развиваемое центробежным вентилятором. Анализ уравнения Эйлера для центробежного вентилятора. Форма, профиль и число лопаток вентилятора. Мощность для привода вентилятора и общий КПД вентилятора

8. Регулирование вентиляционных установок. Изготовление, монтаж и эксплуатация вентиляционных установок {приглашение специалиста} (2ч.)[6,7,8,9] Законы подобия в работе вентиляторов. Законы пропорциональности. Аэродинамическая характеристика вентилятора. Виды главных характеристик. Построение характеристик: индивидуальной, универсальной и обезличенной. Понятие о характеристике вентиляционной сети. Виды характеристик сети. Рабочая точка вентилятора в сети. Регулирование работы вентилятора в сети с целью уменьшения производительности вентиляционной установки. Регулирование работы вентилятора в сети с целью увеличения производительности вентиляционной установки. Параллельная и последовательная работа 2-х вентиляторов в сети. Требования к монтажу, эксплуатации вентиляционных систем пищевых предприятий. Испытания, поверка, паспортизация вентиляционных установок.

Практические занятия (32ч.)

1. Вредные выделения на пищевых производствах(2ч.)[7,8,9] Расчет параметров воздуха в производственном помещении. Определение количества вредных выделений

2. Виды вентиляционных систем, монтажно-наладочные и сервисно-эксплуатационные работы для технологических систем пищевой промышленности(2ч.)[5,7,8,9] Определение воздухообменов. Расчет общеобменной вентиляции, местной вентиляции, локализирующей вентиляции.

3. Кондиционирование воздуха(2ч.)[5,6] Расчет процессов СКВ. Построение в диаграмме J-d влажного воздуха процессов осушения, смешения, нагревания и т.д.

4. Оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха {образовательная игра} (2ч.)[5,7] Расчет и подбор воздухонагревателей для систем приточной вентиляции. Расчет производительности кондиционеров.

5. Аспирационные установки. Проектирование элементов технологических

систем пищевой промышленности(4ч.)[1,3] Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности: Основы компоновки и расчета.

6. Расчет потерь давления(4ч.)[1,4,9] Выбор магистрального направления. Снятие и оформление расчетно-плоскостной схемы сети. Расчет потерь давления по магистральному направлению сети.

7. Проектирование трассы сети(4ч.)[1,4,7] Определение диаметров трубопроводов. проектирование входных коллекторов, переходов, отводов.

8. Пылевоздушные смеси и пылеотделители(4ч.)[1,4,6] Расчет объема очищаемого воздуха и аэродинамического сопротивления пылеотделителей циклонов и фильтров циклонов

9. Вентиляторы(4ч.)[1,6] Расчет объема воздуха, перемещаемого вентилятором. Расчет мощности на привод вентилятора, общий КПД вентилятора. Подбор вентилятора к сети

10. Регулирование вентиляционных установок(2ч.)[3,4] Решение задач на параллельную и последовательную работу 2-х вентиляторов в сети.

11. Проектирование вентиляционных сетей и сетей кондиционирования воздуха(2ч.)[1,4,5,6,7,8,9] Особенности проектирования вентиляционных сетей и сетей кондиционирования воздуха пищевого производства. Составление монтажных схем и спецификаций

Лабораторные работы (16ч.)

1. Определение аэродинамических показателей работы циклона(4ч.)[2,4]

2. Испытание батарейной установки циклонов 4БЦШ(4ч.)[2,6]

3. Определение эффективности работы пылеотделителя(4ч.)[4,6]

4. Испытание центробежного вентилятора(4ч.)[2,3] Построение аэродинамической характеристики вентилятора по результатам испытания

Самостоятельная работа (116ч.)

1. Проработка теоретического материала(16ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10] работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками

2. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам(32ч.)[1,2] Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, включая подготовку к контрольным опросам, терминологическим диктантам, подготовку отчетов по лабораторным работам

3. Курсовая работа(32ч.)[1,3,4,9] Проектирование элементов технологических систем пищевой промышленности, выполнение и защита

4. Подготовка к экзамену(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

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. Терехова О.Н. Вентиляционные установки: Методическое пособие к курсовому проекту для студентов направления «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения и к выполнению контрольной работы для студентов направления «Продукты питания из растительного сырья» заочной формы обучения/ О.Н. Терехова / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2021 - 132 с. <http://elib.altstu.ru/eum/download/mapp/uploads/terekhova-o-n-mapp-607e96527aea5.pdf>

2. Терехова, О. Н. Вентиляционные установки и пневмотранспорт: Методическое пособие к выполнению лабораторных работ [Электронный ресурс] : для студентов направления «Технологические машины и оборудование» и «Продукты питания из растительного сырья» очной и заочной форм обучения / О. Н. Терехова, Э. Г. Зарницына. - (pdf-файл : 360 Кбайт) и Электрон. текстовые дан. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. - 42 с. - Б. ц. <http://elib.altstu.ru/eum/download/mapp/uploads/zarnitsina-e-g-mapp-549003aae0d37.pdf>

3. Зарницына Э.Г. Вентиляционные установки и пневмотранспорт: учебное пособие/ Зарницына Э.Г., Терехова О.Н.; Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Типография АлтГТУ, 2011. – 228 с. Режим доступа <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/mapp/zarnicina.pdf>

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

4. Терехова, О. Н. Вентиляционные установки, промышленная аэродинамика и пневмотранспорт [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Н. Терехова. - Электрон. текстовые дан. (pdf-файл : 4,63 Мбайта). - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 228 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/mapp/terehova_vupar.pdf

5. Пыжов, В. К. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления : учебник : [16+] / В. К. Пыжов, Н. Н. Смирнов ; науч. ред. А. К. Соколов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 529 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565026>

6.2. Дополнительная литература

6. Веселов С.А., Веденьев В.Ф. Вентиляционные и аспирационные установки предприятий хлебопродуктов – М.: КолосС, 2004. – 240 с.-96 экз.

7. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию [Электронный ресурс]/ Зеликов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Инфра-Инженерия, 2013.— 624 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13551.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Сибикин, Ю. Д. Основы проектирования санитарно-технических сетей зданий и сооружений : учебное пособие : [12+] / Ю. Д. Сибикин. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 418 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602403>

9. Вислогузов, А. Н. Особенности современного проектирования систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха общественных, многоэтажных и высотных зданий : учебное пособие / А. Н. Вислогузов ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 172 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459322>

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

10. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. РОССТАНДАРТ. [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.gost.ru/wps/portal/pages/main>.

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 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».