

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.30 Процессы и аппараты пищевых производств»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления подготовки)

Машины и аппараты поточных технологических линий
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2023

2075190

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.30 Процессы и аппараты пищевых производств» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры

протокол № 6 от " 01 " февраля 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры


подпись

С.П. Василевская

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность


подпись

А.Н. Холодилин

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

код наименование


личная подпись


личная подпись

С.П. Василевская

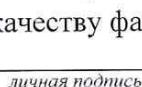
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

Т.М. Крахмалёва

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – знать:

- основное назначение изучаемой дисциплины в будущей профессии, иметь представление о процессах типичных для пищевых производств, которые повторяются в них в различных сочетаниях и характеризуются общностью закономерностей;
- основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере;
- основные принципы моделирования процессов и аппаратов пищевых производств, основы теории гидромеханических, механических, тепло- и массообменных процессов, схемы, устройство и принцип работы основных аппаратов пищевых производств;
- основные методы и средства получения, хранения, переработки информации для решения коммуникативных задач, современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации;
- базовые методы исследовательской деятельности для решения инженерных задач в работе над инновационными проектами.

Задачи: исследование внутренних закономерностей технологических процессов, описание и моделирование этих процессов. Определение основных параметров процесса, анализ и поиск наиболее обоснованных проектных решений технологии производства продуктов питания в условиях многокритериальности. Разработка проектов нормативно-технической документации и технологических процессов на базе использования информационных технологий. Осуществление контроля за соблюдением технологической дисциплины и правильной эксплуатацией технологического оборудования.

Уметь:

- исследовать принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования;
- использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях;
- использовать базовые методы (экспериментальные исследования и математическое моделирование) исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;
- поддерживать и изменять режимы работы технологического оборудования в зависимости от исходного сырья. Осуществлять технологический контроль и управление качеством производимой продукции.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15.1 Линейная алгебра, Б1.Д.Б.15.2 Математический анализ, Б1.Д.Б.16 Физика, Б1.Д.Б.17 Химия, Б1.Д.Б.21 Материаловедение, Б1.Д.Б.23 Теория машин и механизмов, Б1.Д.Б.24 Детали машин, Б1.Д.В.1 Технология пищевых производств*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.2 Технологическое оборудование пищевых производств, Б1.Д.В.3 Технологическое оборудование хлебопекарного и макаронного производства, Б1.Д.В.4 Измельчающее и прессующее оборудование, Б1.Д.В.6 Технологическое оборудование винодельческой и пивоваренной отрасли, Б1.Д.В.7 Физико-механические свойства пищевых продуктов, Б1.Д.В.10 Технологическое оборудование мясной и молочной отрасли, Б1.Д.В.11 Холодильная техника, Б1.Д.В.14 Оборудование тары и упаковки, Б1.Д.В.17 Вентиляционные установки и пневмотранспорт*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1-В-1 Знает основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере ОПК-1-В-3 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</p>	<p>Знать: основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере. Уметь: применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования процессов и аппаратов пищевых производств (ПиАПП) в профессиональной деятельности Владеть: способностью решать задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования процессов и аппаратов пищевых производств (ПиАПП)</p>
<p>ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</p>	<p>ОПК-9-В-1 Изучает принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования</p>	<p>Знать: принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования Уметь: внедрять и осваивать новое технологическое оборудование и процессы и аппараты пищевых производств (ПиАПП) Владеть: способностью изучать принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144	288
Контактная работа:	14.5	16.5	31
Лекции (Л)	8	8	16
Практические занятия (ПЗ)	6	6	12
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0.5	0.5	1
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям (решение типовых задач); - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	129.5 +	127.5 +	257
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение	34	2	-	-	32
2	Тепловые процессы	60	2	4	-	54
3	Механические процессы	50	4	2	-	44
	Итого:	144	8	6	-	130

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Механические процессы	14	-	4	-	10
4	Гидромеханические процессы	70	4	2	-	64
5	Массообменные процессы	60	4	-	-	56
	Итого:	144	8	6	-	130
	Всего:	288	16	12	-	260

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел №1 Введение.

Особенности дисциплины ПиАПП, ее связь с другими дисциплинами. История создания и развития курса. Роль российских ученых в его формировании. Основные положения и научные основы дисциплины. Основные понятия и определения. Классификация процессов пищевых производств. Законы сохранения массы и энергии. Энергетический и материальный балансы. Законы переноса массы и энергии. Принципы движущей силы. Законы равновесия и принципы оптимизации процессов. Моделирование процессов и аппаратов. Сущность теории подобия и моделирования процессов. Теоремы подобия. Метод анализа размерностей.

Раздел №2 Тепловые процессы

Классификация теплообменных процессов и аппаратов. Материально-тепловые балансы для теплообменных процессов с изменением и без изменения агрегатного состояния тепло (хладо) носителей объекта тепловой обработки. Применение основных положений термодинамики, законов переноса тепла, теории теплового подобия для описания теплообменных процессов. Интенсификация теплообменных процессов. Применение процессов нагрева и охлаждения в пищевой промышленности. Типы теплообменников. Температуры, разность температур сред в процессах нагревания и охлаждения. Основные положения расчета теплообменников. Назначение и применение процессов выпаривания. Устройство и принцип действия однокорпусных выпарных аппаратов. Основные положения расчета выпарных аппаратов и многокорпусных выпарных установок.

Раздел №3 Механические процессы

Способы измельчения и их применение в пищевой промышленности. Классификация способов измельчения твердых тел. Степень измельчения. Теория процессов измельчения. Затраты энергии. Устройства и принцип действия аппаратов для измельчения раскалыванием, истиранием, ударом, резанием. Процессы формования, отжатия жидкостей экструзии, брикетирования. Применение в пищевых отраслях промышленности. Устройство и принцип действия прессов и экструдеров. Классификация и краткая характеристика процессов сепарирования. Теоретические основы вибрационного перемещения. Перемещение частицы без подбрасывания при прямолинейных гармонических колебаниях опорной плоскости. Повышение эффективности работы решетных сепараторов. Цилиндрические и дисковые рабочие органы с дополнительными устройствами.

Раздел №4 Гидромеханические процессы.

Образование и разделение фаз дисперсных систем в пищевой промышленности. Процессы осаждения и область их применения. Переход частиц неподвижного слоя в полувзвешенное и взвешенное состояние в восходящем потоке жидкости и газа. Интенсификация осаждения. Устройство и основные положения расчета отстойников, отстойных центрифуг, сепараторов, циклонов, и электроосадителей пыли.

Классификация способов и режимов фильтрования, устройство фильтров и фильтрующих центрифуг. Основы теории фильтрования. Основные положения расчетов процессов фильтрования. Мембранные методы фильтрования и их использование для разделения компонентов и стерилизации растворов. Цели перемешивания и его эффективность. Механическое и пневматическое перемешивание.

Раздел №5 Массообменные процессы

Применение массообменных процессов в отраслях пищевой промышленности. Материальные балансы массообменных процессов. Применение законов молекулярной и конвективной диффузии. Скорость массопередачи в системах жидкость – жидкость или жидкость – газ, массопередача в системах с твердой фазой. Интенсификация процессов массопередачи. Типы, устройство экстракторов и основные положения их расчета. Классификация способов обезвоживания. Применение процессов сушки в пищевой промышленности. Параметры состояния влажного воздуха. Параметры состояния влажного воздуха. Сушка с рециркуляцией и промежуточным подогревом воздуха. Расчет процессов конвективной сушки. Основные типы сушилок. Процессы абсорбции и адсорбции, физические основы, материальный баланс, условия равновесия, движущая сила и скорости. Типы, устройство абсор-

беров и адсорберов. Основы теории кристаллизации и растворения. Скорости образования и роста кристаллов. Устройство кристаллизаторов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Расчет теплообменной аппаратуры	2
2	2	Расчет выпарных установок	2
3-4	3	Математическое моделирование процесса перемещения частицы по различным рабочим органам	4
5	3	Измельчение и сортирование материалов	2
6	4	Фильтрация под действием перепада давления и центробежных сил.	2
		Итого:	12

4.4 Курсовая работа (6 семестр)

Примерная тема курсовой работы

Смоделировать процесс перемещения частицы по рабочей поверхности установки, рассчитать коэффициент теплоотдачи, теплообменник и выпарную установку (по вариантам).

Пример варианта задания на курсовую работу

Задание № 1 Смоделировать процесс перемещения частицы массой m , по внутренней поверхности усеченного конуса. Конус расположен большим основанием вниз. В соответствии с рисунком 1.1, конус вращается вокруг вертикальной оси $O - O$ с постоянной угловой скоростью ω .

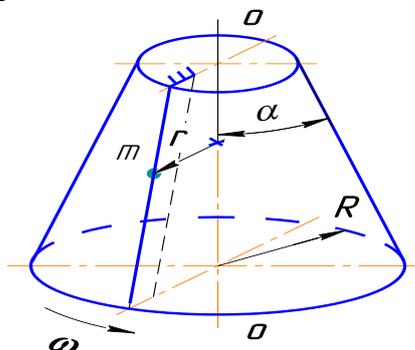


Рисунок 1.1 – Схема конуса с неподвижными лопатками

Угол между осью вращения и образующей конуса α . Внутри конуса вдоль образующей, установлены неподвижные лопатки, коэффициент трения частицы о рабочую поверхность f . Радиус наибольшего основания конуса R . Первоначальное положение частицы, принять на расстоянии r от оси вращения конуса.

1. Составить схему сил, действующих на частицу.
2. Составить дифференциальные уравнения относительного движения частицы, провести их преобразования и анализа.

1. Холодилин, А.Н. Основы теории моделирования: методические указания / А.Н. Холодилин; Оренбургский гос. ун – т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 42 с.

Задание № 2 Составить расчетную схему, определить коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.

Тепло горячей воды, движущейся внутри круглой горизонтальной трубы, передается воздуху, омывающему трубу по наружной поверхности свободным потоком.

Требуется определить коэффициенты теплоотдачи водой внутренней поверхности трубы и наружной ее поверхности воздуху, а также коэффициент теплопередачи от воды к воздуху, отнесенный к 1 м длины трубы и ее диаметрам.

Для расчета принять:

- 1) внутренний диаметр трубы $d_1 = 64 \text{ мм}$;
- 2) толщину стенки трубы $\delta = 3,0 \text{ мм}$;
- 3) длину трубы $l = 2,0 \text{ м}$;
- 4) материал трубы сталь $\lambda = 48 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$;
- 5) среднюю температуру воды $t_1 = 80^\circ \text{ C}$;
- 6) среднюю скорость воды $\omega = 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;
- 7) температуру воздуха, окружающего трубу $t_2 = 20^\circ \text{ C}$.

Задание № 3 Начертить схему теплообменника, определить поверхность нагрева и число секций (элементов) теплообменника типа «труба в трубе» для нагревания воды в количестве $W = 0,45 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$, от $t_n^e = 6^\circ \text{ C}$ до $t_k^e = 74^\circ \text{ C}$ горячим конденсатом, движущимся в межтрубном пространстве. Начальная температура конденсата $t_n^k = 95^\circ \text{ C}$, конечная $t_k^k = 85^\circ \text{ C}$.

Внутренняя труба диаметром $d = 32 \times 1,5 \text{ мм}$, из латуни, а наружная диаметром $D = 90 \times 3,5 \text{ мм}$ из Ст.-3. Длина одного элемента $L = 2,0 \text{ м}$. Движение сред в теплообменнике – противоточное.

Задание № 4 Начертить схему и рассчитать двухкорпусную выпарную установку, с естественной циркуляцией, для концентрирования $G_H = 4500 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ сахарного раствора от начальной концентрации $B_H = 20\%$, до конечной $B_K = 55\%$ при следующих условиях.

1. Обогрев производится насыщенным водяным паром давлением $P_1 = 450 \text{ кПа}$
2. Давлением в барометрическом конденсаторе $P_{\text{ок}} = 15 \text{ кПа}$
3. Длину кипяtilьных труб принять $L = 3 \text{ м}$, диаметр $d = 38 \times 2 \text{ мм}$, материал – сталь бронза $\lambda = ?$
4. Раствор поступает в первый корпус подогретым до температуры кипения.

1. Баранцев В. И. Сборник задач по процессам и аппаратам пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1985. – 136с.

2. Гребенюк С. М., Михеева Н. С., Грачев Ю. П. и др. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1987.-304с.

3. Плаксин Ю. М., Малохов Н. Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств.- 2-е изд., перераб. идоп. – М.: Колос, 2006.-760с.

4. Практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» учебное пособие. / А.Н. Холодилин, Р.Ф. Сагитов, Р.Н. Касимов. – Оренбург: ИПК ГОУ, 2008. – 110 с.

4.5 Контрольная работа (5 семестр)

Примерная тема контрольной работы

Рассчитать основные параметры процесса теплоотдачи и теплообменную аппаратуру (по вариантам).

Пример варианта задания на контрольную работу

Задание № 1 Определить коэффициент теплопередачи и плотность теплового потока через плоскую стенку, выполненную из пустотелого кирпича, толщиной $\delta = 750$ мм, с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,45$ Вт/(м·К).

С одной стороны стенки находится более горячий теплоноситель с температурой $t_1 = 85,9$ °С, с другой стороны – менее нагретый теплоноситель с температурой $t_2 = 8,6$ °С.

Коэффициент теплоотдачи со стороны более горячего теплоносителя составляет $\alpha_1 = 356$ Вт/(м²·К), со стороны менее нагретого теплоносителя и $\alpha_2 = 46,8$ Вт/(м²·К).

Задание № 2 В горизонтальном кожухотрубном теплообменном аппарате с внутренним диаметром кожуха 320 мм, в коридорном порядке расположено 25 труб диаметром 25х2,5 мм вдоль которых, со скоростью 0,7 м/с протекает вода. Определить коэффициент теплоотдачи от поверхности труб к воде, если средняя температура воды 15 °С, а поверхности труб 26 °С.

1. Баранцев В. И. Сборник задач по процессам и аппаратам пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1985. – 136с.
2. Гребенюк С. М., Михеева Н. С., Грачев Ю. П. и др. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1987.-304с.
3. Плаксин Ю. М., Малохов Н. Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств.- 2-е изд., перераб. идоп. – М.: Колос, 2006.-760с.
4. Практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» учебное пособие. / А.Н. Холодилин, Р.Ф. Сагитов, Р.Н. Касимов. – Оренбург: ИПК ГОУ, 2008. – 110 с.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Плаксин, Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учеб. для вузов /Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 2005. - 760 с. : ил- (Учебники и учебные пособия для студентов вузов). - Библиогр.: с. 750. - ISBN 5-9532-0265-2.
2. Сергеев, А. А. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / А. А. Сергеев. - Ижевск : Ижевская ГСХА, 2013. - 373 с. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/134010>

5.2 Дополнительная литература

1. Баранцев В.И. Сборник задач по процессам и аппаратам пищевых производств – М. Агропромиздат, 1985. – 136с.
2. Гортинский В.В., Демский А.Б., Борискин М.А. «Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях.» - М.: Колос, 1980.- 304 с.
3. Гребенюк С.М., Михеев Н.С., Грачев Ю.П. и др. «Расчет и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств.» - М.: Агропромиздат, 1987. - 304 с.
4. Касаткин А.Г. «Основные процессы и аппараты химической технологии.» - М.: Химия, 1973.-750 с.
5. Лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Учебное пособие./А.Н. Холодилин, С.Ю. Соловых – Оренбург: ОГУ, 2015. – 142 с.
ISBN 978-5-7410-1220-8
6. Основы теории моделирования: методические указания / А.Н. Холодилин; Оренбургский гос. ун – т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 42 с.
7. Практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» учебное пособие. / А.Н. Холодилин, Р.Ф. Сагитов, Р.Н. Касимов. – Оренбург: ИПК ГОУ, 2008. – 110 с.

5.3 Периодические издания

1. Достижения науки и техники АПК : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.
2. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018-2021.
3. Хлебопродукты : журнал. - М. : Из-во "Хлебопродукты", 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://нэб.рф/> - Национальная электронная библиотека (НЭБ) — Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний. Национальная электронная библиотека объединяет фонды публичных библиотек России федерального, регионального, муниципального уровней, библиотек научных и образовательных учреждений, а также правообладателей, а также другие произведения, правомерно переведенные в цифровую форму. Основная цель НЭБ — обеспечить свободный доступ граждан Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, — от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений.

2. <https://openedu.ru/> - «Открытое образование», УрФУ «Теплотехника».

3. <https://universarium.org/> - «Универсариум», «Перерабатывающая промышленность»; Курсы: Геометрия: «Аналитический метод решения задач»

4. <https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум», MOOK: «Физика»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Пакет офисных приложений LibreOffice

2. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

3. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\!CONSULT\cons.exe>

4. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

5. Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D V20 (Проектирование и конструирование в машиностроении)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лабораторные исследования проводятся в специализированных аудиториях кафедры МАХПП. Лаборатории оборудованы стендами, лабораторными установками и необходимыми измерительными приборами.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.