

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.29 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 пищевых производств
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.29 Процессы и аппараты пищевых производств» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств
наименование кафедры

протокол № 9 от " 21 " февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств
наименование кафедры  С.П. Василевская
подпись расшифровка подписи

Исполнители:

доцент		А.Н. Холодили
должность	подпись	расшифровка подписи
должность	подпись	расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование  С.П. Василевская
код направления подпись расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

 Н.Н. Бигалиева 
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

 Т.М. Крахмалева
личная подпись 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)»

Преквизиты 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
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1-В-1 Знает основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере ОПК-1-В-2 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Знать: основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере. Уметь: применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования ПиАПП в профессиональной деятельности Владеть: способностью решать задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ПиАПП
ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9-В-1 Изучает принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования	Знать: принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования Уметь: внедрять и осваивать новое технологическое оборудование и ПиАПП Владеть: способностью изучать принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Контактная работа:	35.5	35.25	70.75
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16		16
Лабораторные работы (ЛР)		16	16
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1		1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0.5	0.25	0.75
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям (решение типовых задач); - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	72.5 +	72.75	145.25
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	22	4	2	-	16
2	Тепловые процессы	44	6	6	-	30
3	Механические процессы	42	8	8	-	28
	Итого:	108	18	16	-	74

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2	Тепловые процессы	2	-	-	2	-
3	Механические процессы	8	-	-	8	-
4	Гидромеханические процессы	60	10	-	6	44
5	Массообменные процессы	38	8	-	-	30
	Итого:	108	18	-	16	74
	Всего:	216	36	16	16	148

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 пере-

носа 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 (холодо) 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. Устройство 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 абсорберов и адсорберов. Основы теории кристаллизации и растворения. Скорости образования и роста кристаллов. Устройство кристаллизаторов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Определение коэффициента теплопередачи в теплообменном аппарате типа «труба в трубе».	2
2	3	Определение дисперсности сыпучих материалов	2
3	3	Исследование процесса перемещения частицы по внутренней поверхности вращающегося цилиндра	2
4	3	Исследование влияния кинематических и установочных параметров на эффективность процесса сепарирования на плоских решетках, совершающих возвратно – поступательные колебания	4
5	4	Исследование процесса гравитационного осаждения	2
6	4	Исследование процесса перемешивания в аппаратах с вращающимися мешалками	2
7	4	Исследование процесса псевдоожижения	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Метод анализа размерностей в моделировании различных процессов.	2
2	2	Расчет теплообменной аппаратуры	2
3-4	2	Расчет выпарных установок	4
5-6	3	Математическое моделирование процесса перемещения частицы по различным рабочим органам	4
7-8	3	Измельчение и сортирование материалов	4
		Итого:	16

4.5 Курсовая работа (5 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 .

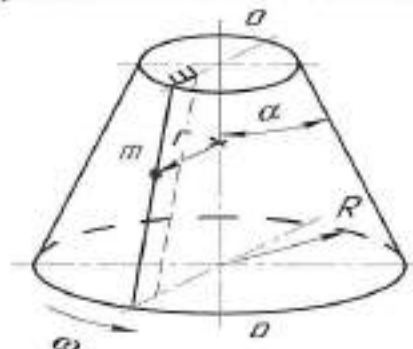


Рисунок 1.1 – Схема конуса с неподвижными лопатками

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

Задание № 2 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 1м 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 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 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 $P_{\text{кон}} = 15 \text{ кПа}$
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. и доп. – 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. Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 212 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=514571>
2. 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). - Библиотр.: с. 750. - ISBN 5-9532-0265-2.

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. Операционные системы для рабочих станций Microsoft Windows

2. Офисные приложения для рабочих станций Microsoft Office Professional Plus (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)

3. Microsoft Teams – корпоративная платформа, объединяющая в рабочем пространстве чат, встречи, заметки и вложения

4. LMS Moodle [Электронный ресурс] : система управления курсами – URL: <https://moodle.osu.ru/> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2020]. – Режим доступа: в локальной сети ОГУ <\\fileserver\1\CONSULT\cons.exe>

6. Федеральный институт промышленной собственности - URL: <http://new.fips.ru> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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.

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.